

**UNIVERSIDAD NACIONAL MICAELA BASTIDAS DE APURÍMAC**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROECOLÓGICA Y  
DESARROLLO RURAL**



Uso de enraizadores en el prendimiento de estacas de buganvilla (*bougainvillea* sp.), en condiciones de vivero Chuquibambilla – Grau, Apurímac

Presentado por:

Rogelio Vera Juarez

Para optar el Título de Ingeniero Agroecólogo Rural

Abancay, Perú

2022



UNIVERSIDAD NACIONAL MICAELA BASTIDAS DE APURÍMAC  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROECOLÓGICA Y  
DESARROLLO RURAL



TESIS

USO DE ENRAIZADORES EN EL PRENDIMIENTO DE ESTACAS DE BUGANVILLA  
(*Bougainvillea* sp.), EN CONDICIONES DE VIVERO  
CHUQUIBAMBILLA - GRAU, APURIMAC

Presentado por **Rogelio Vera Juarez**, para optar el Título de:

**INGENIERO AGROECÓLOGO RURAL**

Sustentado y aprobado el 02 de marzo del 2021, ante el jurado evaluador:

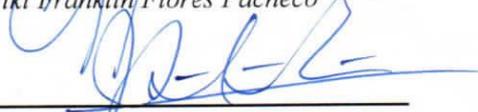
Presidente:

  
\_\_\_\_\_  
*Ph.D José Luis Pimentel Flores*

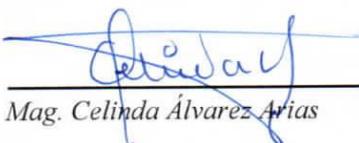
Primer Miembro:

  
\_\_\_\_\_  
*Ing. Niki Franklin Flores Pacheco*

Segundo Miembro:

  
\_\_\_\_\_  
*Mag. Juan Silver Barreto Carbajal*

Asesora:

  
\_\_\_\_\_  
*Mag. Celinda Álvarez Arias*

## **Agradecimiento**

*Le agradezco a Dios por haberme acompañado y guiado a lo largo de mi carrera, por ser mi fortaleza en los momentos de debilidad y por brindarme una vida llena de aprendizajes.*

*Le doy gracias a mis padres Gabino y Damasa por apoyarme en todo momento, por los valores que me han inculcado, y por darme la oportunidad de una educación en el transcurso de mi vida.*

*A mi hija Dayari Gloria y a mi esposa por ser parte significativa de mi vida, gracias por darme mucha alegría y fortaleza para seguir adelante.*

*A mis hermanas(os) por ser parte importante de mi vida y representar la unidad familiar en cada momento de mi vida.*

*A mi asesora de tesis Ingeniera Celinda Álvarez Arias, por su esfuerzo y dedicación. Sus conocimientos, sus orientaciones, su manera de trabajar, su persistencia, su paciencia y su motivación han sido fundamentales para mi formación como investigador. Ella ha inculcado en mi persona un sentido de seriedad, responsabilidad y rigor académico sin los cuales no podría tener una formación completa como investigador.*

*También agradecer a todas las personas que han formado parte de mi vida durante el tiempo de mi formación profesional.*



## **Dedicatoria**

*El presente trabajo investigativo lo dedico principalmente a Dios, por ser el inspirador y darme la fuerza para continuar en este proceso de obtener uno de los anhelos más deseados.*

*A mis padres, por su amor, trabajo y sacrificio en todos estos años, gracias a ustedes he logrado llegar hasta aquí y convertirme en lo que soy. Ha sido el orgullo y el privilegio de ser su hijo, son los mejores padres.*

*A mi hija, esposa y a mis hermanas(os) por estar siempre presentes, acompañándome y por el apoyo moral, que me brindaron a lo largo de esta etapa de mi vida*

“Uso de Enraizadores en el Prendimiento de Estacas de Baganvilla (*bougainvillea* sp.), en condiciones de vivero Chuquibambilla – Grau, Apurímac”

Línea de investigación: Recursos hídricos, agricultura, silvicultura y pecuaria sostenible

Esta publicación está bajo una Licencia Creative Commons



## ÍNDICE

	<b>Pág.</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	1
<b>RESUMEN</b> .....	3
<b>ABSTRACT</b> .....	4
<b>CAPÍTULO I</b> .....	5
<b>PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b> .....	5
1.1 Descripción del problema.....	5
1.2 Enunciado del Problema.....	6
1.2.1 Problema general .....	6
1.2.2 Problemas específicos.....	6
1.2.3 Justificación de la investigación .....	6
1.3 Delimitación .....	8
<b>OBJETIVOS E HIPÓTESIS</b> .....	9
2.1 Objetivos de la investigación.....	9
2.2.1 Objetivo general .....	9
2.2.2 Objetivos específicos.....	9
2.2 Hipótesis de la investigación. ....	9
2.2.3 Hipótesis general .....	9
2.2.4 Hipótesis específicas.....	9
2.3 Operacionalización de variables.....	10
2.2.5 Variable independiente .....	10
2.2.6 Variable dependiente .....	10
2.4 Operacionalización de variables.....	10
<b>CAPÍTULO III</b> .....	11
<b>MARCO TEÓRICO REFERENCIAL</b> .....	11
3.1 Antecedentes.....	11
3.2 Marco teórico.....	13
3.2.1 La buganvilla (Bougainvillea sp) .....	13
3.2.1.1 Origen y distribución .....	14
3.2.1.1 Taxonomía .....	14
3.2.1.2 Botánica y morfología .....	15
3.2.2 Importancia de la buganvilla. ....	17
3.2.3 Multiplicación vegetal. ....	20



3.2.3.1	Reproducción sexual.....	21
3.2.3.2	Propagación asexual o vegetativa.....	21
3.2.3.3	Propagación por estacas.....	23
3.2.3.4	Tipos de estacas.....	25
3.2.4	Época de recolección de estaca / esquejes.....	26
3.2.5	Procedimiento para la obtención de estacas.....	27
3.2.6	Enraizamiento de estacas.....	28
3.2.6.1	El tiempo de enraizamiento.....	30
3.2.6.2	La supervivencia.....	30
3.2.7	Enraizamiento de estacas.....	30
3.2.8	Enraizamiento de estacas.....	33
3.2.8.1	Factores internos.....	33
3.2.8.2	Condiciones nutricionales de la planta madre.....	33
3.2.8.3	Edad de la planta madre.....	33
3.2.8.4	Tipo de madera seleccionada para estacas.....	34
3.2.8.5	Diferencias entre las diversas partes de la rama.....	34
3.2.8.6	Longitud de la estaca.....	35
3.2.8.7	Diámetro de estacas.....	35
3.2.8.8	Factores externos que influyen en el enraizado.....	35
3.2.9	Influencia de la época en el enraizado.....	36
3.2.10	Influencia de los regularizadores en el enraizado de estacas.....	37
3.2.12	Hormonas vegetales y reguladores de crecimiento.....	37
3.2.13	Enraizadores.....	41
3.2.14	Enraizadores comerciales y enraizadores naturales.....	41
3.2.15	Enraizado de estacas con hormonas.....	42
3.2.16	Formas de aplicación y datos.....	43
3.2.17	Enraizadores en estudio.....	44
3.2.17.1	Sauce borón (Salix babilónica).....	44
3.2.17.2	Sauce criollo (Salix humboldtiana).....	45
3.2.17.3	Composición bioquímica del sauce.....	47
3.2.17.4	Uso del salix como estimulante de enraizamiento.....	48
3.2.17.5	Preparación y modo de uso.....	49
3.2.17.6	Mecanismo de acción.....	50
3.2.18	Raykat enraizador.....	50
3.2.19	Ventajas y desventajas de la propagación vegetativa.....	52
3.2.20	Medios usados para el enraizamiento de estacas.....	53
3.2.20.1	Tipos de sustratos usados comúnmente.....	53
3.2.20.2	Sustratos comerciales y alternativos.....	54
3.2.20.3	Sombreadores de ambientes de propagación.....	55



3.3	Marco conceptual .....	55
<b>CAPÍTULO IV</b> .....		<b>58</b>
<b>METODOLOGÍA</b> .....		<b>58</b>
4.1	Tipo y nivel de investigación.....	58
4.1.1	Tipo.....	58
4.1.2	Nivel .....	58
4.2	Diseño de la investigación.....	58
4.3	Población y muestra.....	60
4.3.1	Población .....	60
4.3.2	Muestra .....	60
4.3.3	Muestreo .....	60
4.4	Procedimiento.....	61
4.4.1	Obtención de estacas (ramillas).....	61
4.4.2	Preparación y siembra.....	61
4.4.3	Protección de las estacas.....	61
4.4.4	Riegos .....	62
4.4.5	Control fitosanitario.....	62
4.4.6	Control de malezas .....	62
4.4.7	Evaluaciones.....	62
4.5	Técnica e instrumentos .....	63
4.5.1	Materiales y equipos de campo .....	63
4.5.2	De oficina .....	63
4.6	Análisis estadístico .....	64
4.6.1	Técnicas Estadísticas .....	64
4.6.2	Homogeneidad de varianzas .....	64
4.6.3	Normalidad de datos.....	65
4.6.4	Hipótesis estadísticas.....	66
<b>CAPÍTULO V</b> .....		<b>69</b>
<b>RESULTADOS Y DISCUSIONES</b> .....		<b>69</b>
5.1	Análisis de resultados .....	69
5.1.1	Prendimiento de estacas de buganvilla.....	69
5.1.2	Crecimiento de la parte aérea de estacas de buganvilla (Bougainvillea sp.) .....	70
5.1.3	Crecimiento radicular de estacas de buganvilla (Bougainvillea sp.).....	75
5.2	Contrastación de hipótesis (si corresponde) .....	81
5.1.4	Efecto de enraizadores en el crecimiento de la parte aérea de estacas de buganvilla (Bougainvillea spp.).....	81
5.1.5	Efecto de enraizadores en el crecimiento de la parte radicular de estacas de buganvilla (Bougainvillea spp.).....	91
5.3	Discusión .....	101



<b>CAPÍTULO VI</b> .....	104
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b> .....	104
6.1    Conclusiones.....	104
6.2    Recomendaciones .....	105
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	106
<b>ANEXOS</b> .....	114
Anexo 01: Matriz de consistencia .....	115
Anexo 02. Diseño del campo experimental.....	117
Anexo 3: Ficha de recolección de datos .....	118
Anexo 4: Resumen de ficha de recolección de datos por tratamientos .....	122
Anexo 04: Mapa de ubicación del experimento .....	124
Anexo 05. Panel fotográfico.....	125



## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b> — Operacionalización de variables.....	10
<b>Tabla 2</b> — Cultivo de flores según piso altitudinal en el departamento de Apurímac.....	19
<b>Tabla 3</b> —Épocas adecuadas para la obtención de estacas o esquejes de plantas leñosas.....	27
<b>Tabla 4</b> — Dosificación de los enraizadores naturales.....	50
<b>Tabla 5</b> — Dosis de aplicación de RAYKAT ENRAIZADOR.....	52
<b>Tabla 6</b> — Arreglo de los datos en un DBCA.....	59
<b>Tabla 7</b> — Prueba de Homogeneidad de varianzas de las variables en estudio.....	64
<b>Tabla 8</b> — Prueba de normalidad de las variables en estudio segun los tratamientos evaluados.....	65
<b>Tabla 9</b> — Tabla de Nova.....	66
<b>Tabla 10</b> — Estadísticos descriptivos del prendimiento de estacas de buganvilla según tratamientos.....	69
<b>Tabla 11</b> — Estadísticos descriptivos del número de brotes por estaca de buganvilla según tratamiento.....	71
<b>Tabla 12</b> — Estadísticos descriptivos del tamaño de brotes por estaca de buganvilla según tratamiento.....	72
<b>Tabla 13</b> — Estadísticos descriptivos de número de hojas por planta de buganvilla según tratamiento.....	73
<b>Tabla 14</b> — Estadísticos descriptivos del tamaño de hojas por planta de buganvilla según tratamientos.....	74
<b>Tabla 15</b> — Estadísticos descriptivos del número de raíces por planta de buganvilla según tratamientos.....	76
<b>Tabla 16</b> — Estadísticos descriptivos del tamaño de raíces por planta de buganvilla según tratamientos.....	77
<b>Tabla 17</b> — Número de callos en las estacas.....	78
<b>Tabla 18</b> — Estadísticos descriptivos del tiempo de enraizamiento de estacas de buganvilla según tratamientos.....	79
<b>Tabla 19</b> — Análisis de variancia del número de brotes por estaca de buganvilla.....	82
<b>Tabla 20</b> — Prueba de Tukey al 95%, para la variable número de brotes por estacas de buganvilla.....	83
<b>Tabla 21</b> — Prueba de Tukey al 95%, para la variable número de brotes por estacas de buganvilla.....	85
<b>Tabla 22</b> — Análisis de variancia del número de hojas por planta de buganvilla.....	87
<b>Tabla 23</b> — Comparación de promedios múltiples mediante Tukey al 95% para el número de hojas por estacas de buganvilla.....	88
<b>Tabla 24</b> — Análisis de variancia del tamaño de hojas por estacas de buganvilla.....	90
<b>Tabla 25</b> — Análisis de variancia del número de raíces por estacas de buganvilla.....	92
<b>Tabla 26</b> — Análisis de variancia del tamaño de raíces de estacas de buganvilla.....	94
<b>Tabla 27</b> — Análisis de variancia del número de callos por estaca de buganvilla.....	97
<b>Tabla 28</b> — Análisis de variancia del tiempo de enraizamiento de estacas de buganvilla.....	99
<b>Tabla 29</b> — Comparación de promedios múltiples mediante Tukey al 95% para el tiempo de enraizamiento de estacas de buganvilla.....	100

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> —Racimo de tres flores de buganvilla rodeadas de brácteas de color fucsia. ....	15
<b>Figura 2</b> — Estacas de cucarda .....	26
<b>Figura 3</b> — Fotografías de enraizado de estacas .....	29
<b>Figura 4</b> — Sauce Llorón .....	45
<b>Figura 5</b> — Sauce Criollo o sauce vela .....	46
<b>Figura 6</b> — Picado de ramillas de <i>S. babilónica</i> .....	49
<b>Figura 7</b> — Perfil histograma del porcentaje de prendimiento de estacas de buganvilla según tratamientos .....	70
<b>Figura 8</b> — Perfil histograma del número de brotes por estaca de buganvilla según tratamientos .....	71
<b>Figura 9</b> — Perfil histograma del tamaño de brotes por estaca de buganvilla según tratamientos. ....	72
<b>Figura 10</b> — Perfil histograma del número de hoja por planta de buganvilla según tratamientos .....	74
<b>Figura 11</b> — Perfil histograma del tamaño de hojas por planta de buganvilla según tratamientos .....	75
<b>Figura 12</b> — Perfil histograma del número de raíces por planta de buganvilla según tratamientos .....	76
<b>Figura 13</b> — Perfil histograma del tamaño de raíces por planta de buganvilla según tratamientos .....	77
<b>Figura 14</b> — Perfil histograma del número de callos por estaca de buganvilla según tratamientos .....	79
<b>Figura 15</b> — Perfil histograma del tiempo de enraizamiento de estacas de buganvilla según tratamientos .....	80

## INTRODUCCIÓN

La buganvilla es una de las plantas ornamentales más difundidas y cultivadas en el mundo, por su rusticidad y fácil adaptación a las distintas condiciones edafoclimáticas imperantes. Los mayores productores de esta planta ornamental en el continente, es Centro América los que destacan como países suministradores al mercado europeo, en Perú el cultivo de plantas ornamentales representa una de las mejores alternativas de desarrollo para el sector agropecuario, por la alta rentabilidad que genera por unidad de superficie, una alternativa económica para pequeños productores como en la provincia de Grau que podrían incursionar en este rubro. Las plantas ornamentales se producen con fines paisajísticos y decorativos, por sus formas y colores (Siap- Sagarpa, 2016).

En nuestro país, la actividad agrícola en el campo de la floricultura se ha incrementado y diversificado; sin embargo, existe escasa información sobre las especies sembradas, debido a que la mayoría de horticultores son informales, siendo difícil determinar el volumen de plantas por especies. Hoy podemos ver en plazas y ferias, horticultores informales que ofrecen diferentes tipos de plantas ornamentales y entre ellas la buganvilla. Tiene la finalidad de satisfacer las necesidades estéticas del hombre.

La Región Apurímac se caracteriza por presentar una diversidad de cultivares del género Bougainvillea y es desde hace mucho tiempo la especie ornamental de mayor difusión en huertos familiares y jardines públicos, la propagación se realiza principalmente por estacas y acodos, los cuales presentan bajos porcentajes en la producción de nuevas plantas debido a la dificultad que tiene para la formación de raíces; esta restricción determina una baja oferta en el mercado local y regional, a pesar de existir demanda no solo en la región y el país, sino también en el mercado internacional; si no se logra superar este problema en el enraizamiento, los floricultores tendrán menos oportunidades de acceder a mejores condiciones de vida.

En la región y la zona, no existe trabajo alguno que dé cuenta de alternativas de producción de ornamentales por vía agámica, particularmente de la buganvilla, mucho menos de técnicas de

enraizamiento de estacas y/o esquejes y su manejo en la producción de nuevas plantas de calidad, muy a pesar de ser una tecnología de fácil manejo por los agricultores.

El Propósito del presente trabajo, es poner al alcance de los pequeños agricultores y productores de plantas ornamentales información básica sobre la especie que comúnmente se comercializa en la región. A pesar de la gran cantidad de información en medios electrónicos como Internet, las posibilidades de acceso a las mismas en la zona en particular todavía son limitadas, sin considerar que mucha de esta información ha sido desarrollada para condiciones climáticas de otras regiones y países o bien se encuentra en otros idiomas.

Frente a esta realidad se realizó este trabajo de investigación con el propósito de evaluar el efecto de la aplicación de enraizadores de origen orgánico y de síntesis, para favorecer el enraizamiento de estacas de buganvilla; utilizando como sustrato 3 partes de turba, 2 partes de tierra agrícola y 1 parte de arena de río, esperando que los resultados contribuya al conocimiento de técnicas de propagación vegetativa y manejo de esta especie, se pone en consideración para el sector agrícola con la esperanza de generar una alternativa económica para pequeños agricultores que podrían dedicarse a esta rama de la agricultura y mejorar las condiciones socio económicas de sus familias.

## RESUMEN

En la provincia de Grau la propagación de buganvilla no es conocida y a nivel de la región Apurímac existe inconvenientes principalmente con la presencia de enfermedades fungosas cuando se está propagando, no existe centros de producción de plantas ornamentales, a pesar de la existencia de demanda por parte de los municipios y familias para incorporar en las plazas públicas y jardines familiares respectivamente, por ello, la investigación determinó el efecto de la aplicación del enraizador Raykat, extracto de sauce criollo y sauce llorón en las dosis de 1.5 ml/L, 625 g/L y 250 g/L respectivamente para ver su efecto sobre la variable de respuesta porcentaje de prendimiento de estacas de buganvilla explicada por el crecimiento de la parte aérea y radicular, la investigación se realizó a nivel de vivero en el distrito de Chuquibambilla, provincia de Grau, región Apurímac a una altitud de 3252 msnm y temperatura promedio entre 6 a 12 °C el diseño experimental adoptado fue de bloques completos al azar con cuatro tratamientos (incluido el testigo) y cuatro repeticiones por tratamiento, la muestra estuvo constituida por 154 estacas de buganvilla de un año de edad, de 15 cm cortados en bisel, provenientes de la parte central de plantas madres, las estacas fueron remojados en agua que contenía los enraizantes en las dosis ya mencionadas, las variables de respuestas fueron evaluadas desde los 45 días hasta los 120 días después de la instalación, los resultados de la investigación muestra una relación positiva significativa (Sig.<0.05) de 97.3% entre la aplicación de enraizantes y el prendimiento de estacas de buganvilla, siendo la aplicación de Raykat enraizador (T3) a razón de 1.5 ml/L que induce a mayor prendimiento de estacas con 48.75%, mientras la aplicación de 625 g/L de extracto de sauce criollo (T2) y 250 g/L de extracto de sauce llorón obtuvieron 48.75% y 34.50% de prendimiento respectivamente, dichos tratamientos son superiores frente al testigo que alcanzo 17.5% de porcentaje de prendimiento.

**Palabras clave:** *Porcentaje de prendimiento, enraizador Raykat, extracto de sauce llorón, extracto de sauce criollo y buganvilla.*



## ABSTRACT

In the province of Grau, the spread of bougainvillea is not known and at the Apurimac region level there are problems mainly with the presence of fungal diseases when it is spreading, there are no centers for the production of ornamental plants, despite the existence of demand from the of the municipalities and families to incorporate in public squares and family gardens respectively, therefore, the research proposes to determine the effect of the application of the Raykat root, Creole willow extract and weeping willow in the doses of 1.5 ml / L, 625 g / L and 250 g / L respectively to see its effect on the variable response percentage of bougainvillea stake stakes explained by the growth of the aerial and root part, the investigation was carried out at the nursery level in the district of Chuquibambilla, province from Grau, Apurimac region at an altitude of 3252 meters above sea level and average temperature between 6 and 12 ° C the experimental design adopted ado was randomized complete blocks with four treatments (including the control) and four repetitions per treatment, the sample consisted of 154 one-year-old bougainvillea stakes, 15 cm bevel cut, from the central part of plants mothers, the stakes were soaked in water that contained the rooting agents in the aforementioned doses, the response variables were evaluated from 45 days to 120 days after installation, the research results show a significant positive relationship (Sig. <0.05) of 97.3% between the application of rooting and the burning of bougainvillea stakes, being the application of Raykat rooting (T3) at a rate of 1.5 ml / L that induces a greater stake of stakes with 48.75%, while the application of 625 g / L of Creole willow extract (T2) and 250 g / L of weeping willow extract obtained 48.75% and 34.50% yield respectively, these treatments are superior s in front of the witness who reached 17.5% of percentage yield.

**Keywords:** *Percentage of ignition, Raykat rooting, weeping willow extract, Creole willow extract and bougainvillea.*



## CAPÍTULO I

### PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

#### 1.1 Descripción del problema

La propagación y cultivo de ornamentales como la buganvilla tiene serios inconvenientes, en la zona se tiene poco conocimiento de técnicas de producción de estos cultivos de importancia económica en la agricultura moderna.

En la región Apurímac, no se tienen centros de producción de plantas ornamentales, a pesar de la demanda que tienen para el ornato de plazas públicas y jardines familiares, por ello las municipalidades y familias que requieren de este importante insumo para el ornamento de plazas, áreas verdes y jardines, recurren a centros de producción y/o viveros de ornamentales ubicados en Abancay y Cusco, e inclusive en la costa (Ica).

Uno de los principales problemas en la zona es el desconocimiento de técnicas de propagación vegetativa de esta especie, muy a pesar de contar con excelentes condiciones agroecológicas para la producción de plantas ornamentales, por ello, el ornato paisajístico de plazas y jardines es realizado con ornamentales transitorios que requieren renovarlos permanentemente, en detrimento de la economía de las municipalidades y de las personas.

Otro problema de importancia en la zona, es la ausencia de centros de producción de plantas ornamentales de calidad adaptados a las condiciones de la zona destinados al ornato y belleza paisajístico de plazas y jardines públicos con especies perennes como la buganvilla, que es una planta de excelente rusticidad y se adapta a diferentes condiciones agroclimáticas de la región Apurímac, existe escaso conocimiento de técnicas de propagación vegetativa por estacas principalmente en buganvilla por lo que se plantea el problema de investigación a continuación.

## 1.2 Enunciado del Problema

### 1.2.1 Problema general

¿Cuál es el efecto de tres enraizadores en el prendimiento de estacas de buganvilla (*Bougainvillea sp.*), en condiciones de vivero en el distrito de Chuquibambilla, provincia de Grau?

### 1.2.2 Problemas específicos

- ¿Cuál es el efecto de tres enraizadores en el crecimiento de la parte aérea de estacas de buganvilla (*Bougainvillea sp.*), en condiciones de vivero en el distrito de Chuquibambilla, provincia de Grau?
- ¿Cuál es el efecto de tres enraizadores en el crecimiento de la parte radicular de estacas de buganvilla (*Bougainvillea sp.*), en condiciones de vivero en el distrito de Chuquibambilla, provincia de Grau?

### 1.2.3 Justificación de la investigación

La buganvilla de Chuquibambilla, es uno de los cultivos ornamentales con gran potencial de desarrollo en la zona y la provincia de Grau. Sin embargo, uno de los factores limitantes para su desarrollo es la ausencia de centros de producción de plantines, como resultado del desconocimiento de su propagación y cultivo. En países como México, Colombia y Ecuador, la propagación de buganvilla por estacas o esquejes es ampliamente practicada con antecedentes positivos, pero en Lima, Ica y la costa norte del Perú el enraizado de estacas de buganvilla tiene algunos inconvenientes como el bajo porcentaje de prendimiento, lo cual se trata de remediar dando tratamientos complementarios a las estacas, los que pueden elevar su porcentaje de enraizamiento. Según Arce y Balboa (1987), se ha demostrado que la aplicación de enraizadores de síntesis y de origen natural es efectiva en la inducción del enraizamiento en estacas de madera dura.

En la zona, no se tiene reportes sobre experiencias de propagación agámica de esta planta ornamental. Frente a esta situación, la posibilidad de propagar vegetativamente la buganvilla a través del enraizado de estacas, es una alternativa por demás interesante para la producción de clones de calidad y uniformidad genotípica en vivero, para programas de embellecimiento de

parques, calles y jardines en la provincia, a su vez que se generan puestos de trabajo e ingresos para las familias que se dediquen a ésta actividad.

En principio cualquier estaca o esqueje puede, con el método adecuado producir suficientes raíces para lograr una planta nueva, virtualmente clonada de la planta madre. Se conoce que las plantas producen naturalmente ciertas sustancias hormonales que favorecen el alargamiento y activan la reproducción de las células, estas sustancias han recibido el nombre genérico de auxinas.

La aplicación de enraizadores naturales y de síntesis en estacas, que inducen a procesos fisiológicos para el desarrollo de nuevas raíces y plántulas, es un proceso sencillo y de fácil manejo que no requiere de muchos conocimientos técnicos. Existen muchos enraizadores de síntesis y experiencias de enraizado de estacas y esquejes utilizando enraizadores de origen natural que tienen actividad en la generación de raíces, estas sustancias conocidas como hormonas de enraizamiento, son:

- 1.- el raykat enriizador
- 2.- Infusión de sauce llorón
- 3.- Macerado de sauce criollo

A pesar de conocerse la actividad de estas hormonas de enraizamiento, no se conocen estudios sobre el uso y la eficacia de estos productos en el proceso de enraizado de estacas de plantas ornamentales, por ello, se plantea la presente investigación para conocer la eficacia de estas sustancias en el enraizado de las estacas de buganvilla.

En la zona y el departamento de Apurímac, no se cuenta con viveros para la producción de plantas ornamentales ya sean estos transitorios o permanentes, mucho menos de técnicas de propagación por vía asexual de las plantas permanentes en particular.

El cultivo de la buganvilla en el país es cada vez creciente en la horticultura ornamental, es una planta muy apreciada en la floricultura por la vistosidad de sus colores y la gran variedad de tonalidades, por su fácil adaptación a diferentes climas inclusive al templado frígido, por su floración permanente y por su

duración como planta ornamental perenne. Estas cualidades hacen que la buganvilla se constituya en una gran alternativa económica para los viveristas que se dedican a la producción de plantas ornamentales perennes y transitorias, por cuanto una planta en bolsa o macetero cuesta entre 10 a 15 soles en los mercados de flores en Cusco y Abancay.

A través del presente trabajo se realizó la propagación asexual de la buganvilla por medio de estacas, una técnica sencilla y de bajo costo aportando conocimiento a través de los resultados alcanzados a las personas que se dedican a la producción de plantines ornamentales de temporada.

La ejecución de la investigación permitió conocer los métodos y técnicas de propagación asexual de la buganvilla de tallo leñoso y proporciona información sobre el uso y eficacia de enraizadores de origen natural y sintéticos comerciales, de manera el pequeño productor campesino cuenta con una alternativa de generación de ingresos económicos a través de la producción de plantines de buganvilla, allí radica la importancia de este trabajo de investigación.

### **1.3 Delimitación**

La investigación se realizó en el distrito de Chuquibambilla de la provincia de Grau en el periodo 2018 – 2019 en un vivero previamente construido para enraizar estacas de buganvilla, los resultados de la investigación tienen utilidad práctica en la medida que sea difundida principalmente en los gobiernos locales y familias de valle interandino en el departamento de Apurímac.



## CAPÍTULO II

### OBJETIVOS E HIPÓTESIS

#### 2.1 Objetivos de la investigación

##### 2.2.1 Objetivo general

Determinar el efecto de tres enraizadores en el prendimiento de estacas de buganvilla (*Bougainvillea* sp.) en condiciones de vivero en el distrito de Chuquibambilla, provincia de Grau.

##### 2.2.2 Objetivos específicos

- Determinar el efecto de tres enraizadores en el crecimiento de la parte aérea de estacas de buganvilla (*Bougainvillea* sp.) en condiciones de vivero en el distrito de Chuquibambilla, provincia de Grau.
- Determinar el efecto de tres enraizadores en el crecimiento de la parte radicular de estacas de buganvilla (*Bougainvillea* sp.) en condiciones de vivero en el distrito de Chuquibambilla, provincia de Grau

#### 2.2 Hipótesis de la investigación.

##### 2.2.3 Hipótesis general

Existe efecto atribuible al uso de tres enraizadores en el prendimiento de estacas de buganvilla (*Bougainvillea spp.*) en condiciones de vivero en el distrito de Chuquibambilla, provincia de Grau.

##### 2.2.4 Hipótesis específicas

- Existen diferencias significativas en el efecto de tres enraizadores en el crecimiento de la parte aérea de estacas de buganvilla (*Bougainvillea spp.*) en condiciones de vivero en el distrito de Chuquibambilla, provincia de Grau.
- Existen diferencias apreciables en el crecimiento de la parte radicular de estacas de buganvilla (*Bougainvillea spp.*) como efecto de la aplicación de tres enraizadores en condiciones de vivero, en el distrito de Chuquibambilla, provincia de Grau

## 2.3 Operacionalización de variables

### 2.2.5 Variable independiente

Aplicación de enraizadores en estacas de buganvilla.

### 2.2.6 Variable dependiente

- Prendimiento de estacas de buganvilla
- Crecimiento de la parte aérea de estacas de buganvilla
- Crecimiento de la parte radicular de estacas de buganvilla

## 2.4 Operacionalización de variables

La operacionalización de variables se muestra en la siguiente tabla seguido por los indicadores y los índices de cada uno.

**Tabla 1 — Operacionalización de variables.**

VARIABLES	INDICADORES	INDICES
Independientes: Aplicación de enraizadores en estacas de buganvilla	Enraizador a partir de sauce llorón	250 g./L
	Enraizador a partir de sauce criollo	625 g./L
	Enraizador RAIKAT	1.5mL/L
Dependientes: Prendimiento de estacas de buganvilla	Número de estacas prendidos respecto al número total, de estacas	- % prendimiento
	Cantidad de brotes	Nº de brotes
Crecimiento de la parte aérea de estacas de buganvilla	Tamaño de brotes	Cm
	Cantidad de hojas	Cm
Cantidad de hojas	% prendimiento	Cm
Crecimiento de la parte radicular de estacas de buganvilla	Tamaño de hojas	Nº de hojas
	Diámetro de tallo	Cm
	Altura de planta	mm
	Cantidad de raíces	Cm
	Tamaño de raíces	Nº raíces
	Número de callos en las estacas	Cm Unidad/estaca
	Tiempo del enraizamiento	Número de días

## CAPÍTULO III

### MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

#### 3.1 Antecedentes

- a) Rodriguez Salazar (2016) manifiesta, el método de propagación de la *Bougainvillea glabra* choise (Buganvilia) es por estacas, sin embargo, este sistema presenta problemas fitosanitarios, afecta negativamete la producción. La variedad Variegata, es considerada de impacto económico debido a las características físicas que ésta posee y la dificultad de su propagación, el trabajo de investigación tuvo el objetivo de inducir embriogénesis somática de B. glabra variedad Variegata, para lo cual se colectaron explantes de plantas cultivadas en condiciones de invernadero, las cuales se sometieron a tratamientos con fungicidas y bactericidas agrícolas. El mejor tratamiento fue con CAPTAN 50 en un medio de cultivo MS al 100% semisólido, con reguladores de crecimiento vegetal (RCV): auxinas (ANA y 2 – 4, D) y citocininas (BAP) en concentraciones de 2 mgL<sup>-1</sup> de ANA logrando la mayor proliferación de callo, tambien se observó formación de estructuras embriogénicas en forma de corazón (7.27%) y torpedo (2.2%) a los 29 días.
  
- b) Lema Ramos (2012). Señala que en la evaluación de la eficacia de seis enraizadores y dos sustratos para la propagación de ramillas de café robusta (*Coffea Canephora*) en Riobamba Ecuador, según la prueba de Tukey al 5% para el porcentaje de prendimiento a los 180 días para enraizadores, Hormonagro (A6) se ubica en el rango “A” con el mayor porcentaje de 94.54 %; y el rango “C” con el menor porcentaje de prendimiento se ubica Tecno verde (A2) con 59.54 %, los demás tratamientos se ubicaron en rangos intermedios, La autora también refiere que el porcentaje de prendimiento promedio a los 180 días fue 79.19 %, con un coeficiente de variación de 12.94 %.
  
- c) Giraldo C. y otros (2009). Afirman que en la evaluación de dos sustancias promotoras de enraizamiento en estacas de mataratón (*Gliricidia sepium*), nacedero (*Trichanthera gigantea*) y sauce (*Salix humboldtiana*) en Pereira Colombia, los resultados obtenidos indican que para las tres especies es necesario emplear estimuladores de enraizamiento.

El extracto de A. Vera produjo un mejor efecto sobre el enraizamiento de las tres especies, siendo más notorio sobre *S. humboldtiana*, 60 días después de la aplicación. La especie *T. gigantea* no mostró diferencias significativas con respecto a la aplicación de estimulantes de enraizamiento.

- d) Márquez Lima (2017). Señala que en la evaluación de tres enraizadores y dos sustratos en estacas de rosa (*Rosa sp.*), los resultados indicaron que para el factor A enraizadores el a3 logró mayor efecto con 176,83 mm sobre las variables evaluadas con un nivel de confianza del 99 % seguido del a4 con 155,26 mm y en tercer lugar el a2 superando estadísticamente al testigo. En relación al factor B sustratos el b2 superó estadísticamente con 155,15 mm, con un nivel de confianza del 99 % al sustrato combinado en b1 sin embargo para la interacción A x B la variable longitud de raíces a los 60 días logró el mayor promedio la combinación a3b2 con 190,62 mm de longitud de raíces.
- e) Mendoza Ambuludi (2013). En la Evaluación de la Eficacia de cuatro Enraizadores y Dos Tamaños de Estacas en la Propagación de Naranjilla (*Solanum quitoense*), en Vivero, señala que para los enraizadores se observa dos rangos, Raíz 500 se ubica en el rango A, con el mayor porcentaje de prendimiento del 97,93%; mientras que Hormonagro se ubicó en el rango B con el menor porcentaje de prendimiento del 42,49%.
- f) Condori Mendoza (2006) menciona que en la aplicación de enraizadores naturales con extracto de sauce en la propagación vegetativa de *Acer (Acer negundo)* dio mejores resultados. Asimismo, con la aplicación de agua de coco obtuvo un porcentaje de prendimiento de 65%.
- g) Tinco Mamani (2013). Señala que los resultados de su estudio indican que las variables en un porcentaje de prendimiento obtuvieron un 95.26% en esquejes intermedios con infusión de sauce. En el caso de porcentaje de supervivencia al realizar la evaluación, según los resultados obtenidos se tiene un 96% en la aplicación del enraizador de sauce, en esquejes apicales, seguidos de los esquejes intermedios. Los esquejes intermedios llegaron a tener una mejor repuesta a la propagación asexual con infusión de álamo que respondió de manera positiva a las variables evaluadas con excepción del porcentaje de supervivencia que resulto mejor la infusión de sauce como enraizador.



- h) Rodríguez Salazar (2016). Señala que los datos obtenidos para la variable estacas brotadas de buganvilla a los 90 días, se puede diferenciar cuatro rangos de significación ubicándose en el primer lugar la hormona (extracto de sauce) con un promedio de 17 estacas, mientras que en último lugar se encuentra la hormona (sin aplicación de enraizantes) con un promedio de 12,9 estacas brotadas a los 90 días.

## 3.2 Marco teórico

### 3.2.1 La buganvilla (*Bougainvillea* sp)

INFOAGRO (2012). Señala que son arbustos trepadores y vigorosos que dependiendo del clima pueden ser caducos o perennes. Además, presentan flores muy vistosas de diferentes tonalidades, su cultivo es muy sencillo que puede ser en forma directa o en viveros para la obtención de plántulas.

Zapata Saavedra (1914). Señala que el cultivo de trinitarias en vivero es de 10 semanas aproximadamente (plántula-vivero florecida). Las plántulas se podan al momento del trasplante y luego se vuelven a podar a las cuatro semanas. El medio de crecimiento puede ser una mezcla de turba o cualquier otro material de origen vegetal bien descompuesto y perlita u otro agregado que permita un buen drenaje. Es conveniente añadir un agente humectante al momento de preparar la mezcla.

Burés (2017). Señala que *“la buganvilla no es una planta exigente en cuanto a cuidados, prácticamente no es necesario regarla como haríamos con cualquier otra planta, pues está adaptada a climas secos, por lo que se usa mucho en jardinería xerofita y en jardines mediterráneos. Hay que cultivarla en un lugar expuesto al sol, ya que en caso contrario no florece con la misma intensidad. Lo más importante en esta planta es la poda, ya que tiende a crecer desmesuradamente, por lo que hay que eliminar los tallos vigorosos, secos o dañados”*.

Ramírez Morillo (2012). Afirma que las buganvillas forman parte del paisaje urbano y rural; no hay pedazo alguno de ciudad o pueblo que no esté adornado con las coloridas flores de estas plantas: trepando las bardas, en las glorietas, enlazándose con árboles los cuales nos engañan con sus flores postizas. Las variantes de color (rojas, naranjas, blancas, lilas, etc.), son variedades producidas en cultivo, básicamente el resultado del cruce y selección de dos especies nativas de la costa Atlántica de Brasil.

Espinoza Arauz y Espinoza Luna (2008). Indica que en la actualidad el cultivo de plantas ornamentales agranda sus posibilidades, ya que no solo las características

climáticas del país resultan favorables al desarrollo de este sector productivo, la veranera es muy cultivada en algunos jardines, habiéndose conseguido variaciones en el color de las brácteas, desde el naranja hasta el violeta intenso, pasando por toda la gama de rosas y rojos. Es una excelente planta para adornar muros, verjas, cercas, hacer setos y vallas.

Freyre (1997). Refiere que no se debe subestimar su cultivo reconociendo solamente su valor estético, aspecto social importante para garantizar la sustentabilidad agraria, una de las especies ornamentales más cultivadas lo constituye *Bougainvillea*.

### 3.2.1.1 Origen y distribución

Según Cabrera Rodríguez, Armas Díaz y Granada Carreto (2006), En 1768 cuando el navegante Francés Louis de Bougainvillea inició su larga jornada por el océano pacífico descubrió plantas que ahora llevan su nombre. A través de los años esta belleza brasileña ha asumido un lugar importante como una de las plantas tropicales más populares, espectaculares y hermosas. Actualmente los híbridos de *Bougainvillea spectabilis* (*B. brasiliensis*) y *B. glabra* son las plantas con flores más hermosas y vigorosas.

Treviño (2015) menciona, que es nativa de Suramérica, y fue el navegante francés Louis Antonie, conde de Bougainville, quien la llevo de Brasil a Europa por el año de 1768, motivo por el cual lleva ese nombre Sarmiento Gonzáles (2015). Señala que la distribución geográfica de la especie es en toda la América, Europa y Asia y son cultivadas en muchas regiones tropicales y subtropicales del mundo.

### 3.2.1.1 Taxonomía

Espinoza y otros (2008). Manifiestan, el grupo de veranera y/o buganvilla tiene 14 especies entre ellas *Bougainvillea glabra* (Clarazo, N. 1998), esta especie forma parte de un grupo de enredaderas o plantas leñosas de flores cultivadas en muchas regiones tropicales y subtropicales. Se clasifica botánicamente según (Warde, 1991).

- Reino : Vegetal.
- División : Magnoliophyta.
- Clase : Magnoliopsida.



- Subclase : Caryophyllidae.
- Orden : Caryophyllales.
- Familia : Nictaginácea
- Nombre Científico : Bougainvillea spp.

Cabrera Rodríguez y otros (2006) esta planta tiene varios nombres comunes algunos son: Buganbilla, Buganvilla, Buganvillas, Santa Rita, Veranera, Trinitaria, Veraneras, Flor de papel, Enredadera de papel, Buganbilia, Buganvil, Camelina.

### 3.2.1.2 Botánica y morfología

Cabrera Rodríguez y otros (2006). Señalan que la familia de las buganvillas es la Nictaginaceae y el género Bougainvillea Comm ex Juss. Género con 14 especies de arbustos leñosos, enredaderas y pequeños árboles, trepadoras algunas veces rastreras, lisas o pubescentes, con o sin espinas rígidas, curvadas en las axilas de las hojas. Hojas alternadas, pecioladas, ovaladas a anchas, elípticas, ápice agudo a acuminado, verde brillante. Flores inconspicuas, blancas o amarillas, solitarias o en racimos axilares de tres, la flor terminal abre primero; perianto tubular, fusiforme, cinco aristas, el lomo terminado en rayos estelares sobre la rama extendida. Ocho estambres desiguales, usualmente, influencia subtendida, de brácteas persistentes vistosas; parecido a hojas, atractivas, magenta, escarlata, amarillas o blancas.



**Figura 1.—Racimo de tres flores de buganvilla rodeadas de brácteas de color fucsia.**

Extraído de Mula y Ruiz de Angulo (2015).

Espinoza Arauz y Espinoza Luna (2008). Manifiestan, la Veranera, (*Bougainvillea* sp.), es originaria de América del Sur, conocida como veranera, trinitaria, flor de papel y Santa Rita, es un arbusto trepador, vigoroso de hojas elípticas y alternas, con la base estrechada y el ápice agudo, glabras o con pubescencias esparcidas, el haz es brillante y el envés pálido con pubescencia en la nervadura, puede crecer hasta 10 metros de altura y florece todo el año si le dan los rayos solares, el rasgo más característico son las llamativas brácteas, habitualmente de diferentes colores, que se confunden con los pétalos, mientras que las flores, son pequeñas y amarillas, de estructura tubular, agrupadas de tres en tres dentro de las brácteas.

Espinoza A, A y Espinoza Espinoza Arauz y Espinoza Luna (2008), citan a Elicriso (2015), quien señala que la *Bougainvillea* es una planta trepadora que alcanza hasta los 8 metros de altura y en maceta no supera los tres metros. Los tallos están provistos de una corteza oscura con numerosas espinas cortas. Las hojas son ovalado-lanceadas, caducas de color verde oscuro brillante. Las flores de color blanco amarillento circundadas por brácteas de color variable del rosa, rojo y morado, esta es la especie más florífera.

Según Tiscornia J. (1986), citado por Espinoza Arauz y Espinoza Luna (2008). Indica que tiene como características botánicas: arbusto trepador, el tronco es leñoso de hasta 30 cm de diámetro; ramas largas, arqueadas, espinas curvadas y alcanzan más de 10 metros de altura.

Las hojas son pecioladas, simples, alternas y de borde entero. Tienen la base atenuada y el ápice puede ser acuminado, el envés, más claro que el haz. En cuanto a las flores, florece en primavera a otoño, las brácteas florales, de color rosa, rojo o purpura, se sitúan alrededor de una flor pequeña (Espinoza Arauz y Espinoza Luna, 2008)

Según INFOAGRO (2012). La buganvilla es un arbusto trepador vigoroso, que dependiendo del clima puede ser caduco o perenne, su morfología es:

- **Tallos:** Presenta un tronco ramificado, liso o pubescente, provisto o no de espinas.
- **Hojas:** Las hojas se disponen de forma alterna a lo largo del tallo. Son simples, elípticas de base estrecha y ápice agudo y glabro o con pubescencia esparcida. De color verde brillante en el haz y envés más pálido.

En climas tropicales húmedos, esta planta se comporta como perenne, mientras que, en climas muy cálidos y no muy húmedos, se comporta como caduca.

- **Flores:** Las flores son pequeñas, hermafroditas, amarillas o blancuzcas, tubulares, generalmente solitarias o en grupos de tres y rodeadas de tres a seis brácteas. El color de las brácteas varía en función de la especie (magenta, blanco, rosa, amarillo, naranja, rojo, etc.). Florece en primavera, verano y a principios de otoño.

### 3.2.2 Importancia de la buganvilla.

Fanego, Soto Ortiz y Martínez Medina (2009). A la horticultura ornamental se le atribuye como función básica la satisfacción de las necesidades estéticas del hombre. Hoy esto se considera uno de los negocios más atractivos ya que proporcionan elevados ingresos por unidad de superficie.

Günther (2011). Señala que, a parte de la importancia económica, el colorido de las flores decora el entorno con una casi infinita variedad de colores, formas y tamaños, y a la vez ayudan a elevar el estado de ánimo, ayudan a fortalecer el cuerpo, la mente y el espíritu. Diversos estudios científicos han demostrado que la proximidad de las plantas hace que las personas se sientan física y psíquicamente en forma, a la vez que se encuentran más felices, amistosas y abiertas.

Dentro de las especies ornamentales más populares y difundidas en la decoración de jardines se encuentra *Bougainvillea glabra* Choisy, de la familia Nyctaginaceae, con un gran número de variedades cultivadas que pueden ser empleadas en todo tipo de diseño de paisajismo, ocupando el cuarto lugar en importancia entre las 125 especies más propagadas en algunas regiones de América (Ogunwa, 2011).

Sarmiento Gonzáles (2015). Indica que la buganvilla es una planta ornamental de alta demanda, muy difundida y popularizada en la decoración de jardines, tiene mayores

posibilidades para ser usada en todo tipo de diseños de paisajismos, otro uso es como arreglo en seco, ya que es posible deshidratar y mantener el brillante color de sus brácteas, lo que hace muy atractivo su cultivo.

Cabrera Rodríguez y otros (2006). Afirman que la Buganvilla es una ornamental de importancia económica, en México ocupa el 4° lugar en valor de la producción, esta planta es muy solicitada por los consumidores finales debido a que existe una gran cantidad de variedades, una gran rusticidad de las plantas en lo general, una gran adaptación a distintas alturas sobre el nivel del mar y un precio bajo dependiendo de la presentación. Para la producción de esta planta no se requiere una gran inversión debido a que la mayoría de las "variedades" pueden multiplicarse sin pagar regalías.

Bonilla Rodriguez, y otros (2007) manifiestan, en Colombia el sector Floricultor cuenta con 7290 Hectáreas cultivadas y dedicadas al corte de flores frescas para la exportación, el 79% de dichas Hectáreas se encuentran ubicadas en la Sabana de Bogotá, el 17% en Antioquia y el 4% en otros departamentos, entre los que incluyen al Valle, el Cauca y el Eje Cafetero, por otro lado este sector generaba en el 2007 aproximadamente Ciento Ochenta dos Mil Ciento Ochenta y Cuatro empleos entre directos e indirectos, la buganvilla tiene menos de 1% de las hectáreas mencionadas son flores que son utilizados principalmente como embellecimiento de cercos y jardines en las viviendas.

Según el IV CENSO NACIONAL AGROPECUARIO (2012) a nivel de Perú se estima 3186.39 Has de flores de los cuales 1.6 has corresponde a la buganvilla, dicha planta es utilizada principalmente en la medicina y es cultivada cerca a los muros o rejas de protección en las viviendas como es el caso del departamento de Apurímac de un total de 247 productores de flores la buganvilla está representada por 0.02 has (0.07%) del total de has.



Tabla 2 — Cultivo de flores según piso altitudinal en el departamento de Apurímac

Cultivo	Menor de 0.5ha	0.5 a 4.9ha	5.0a9.9Ha	10.0a19.9 ha	Total(ha)
Azucena	0.36	0.66			1.02
Clavel	0.2752	3.795	0.2	0.5	4.7702
Buganvilla	0.01	0.01			0.02
Crisantemo	0.025	0.05	0.15		0.225
Dalia		0.5			0.5
Flores varias	1.5595	9.121		1	11.6805
Gladiolo	0.48	1.929	0.02		2.429
Ilusión	0.09	1.75			1.84
Iris	0.24				0.24
Lágrimas de Virgen	0.01	0.01			0.2
Lirio	0.2	0.139			0.339
Margarita days		0.22			0.22
Margarita vara	0.11				0.11
Petunia	0.1	0.1			0.2
Rosa	0.1895	1.33	0.21	0.5	2.2295
Yerbera	0.13				0.13
Total	4.3392	20.563	0.6	2.5	28.0022

Extraído de IV CENSO NACIONAL AGROPECUARIO (2012)

Bouganvillea peruviana. Tubo del perianto con menos de 1 mm de diámetro, hojas y tallos glabros, excepto por la superficie inferior de los rayos. Las hojas son anchas y ovaladas, de hasta 10.5 cm. de largo y 8 cm. de ancho, brácteas rosadomagenta, ligeramente rizadas, de 3.3 cm. de largo y 2 cm. de ancho. Las venas no son verdes. Tubo floral delgado, glabro excepto por la parte inferior de los rayos. Es endémica de Colombia, Ecuador y Perú. En jardinería esta planta se le conoce con muchos nombres, entre ellos: “Lady Hudson”, “Princesa Margaret Rose” o “Ecuador Pink” (Esquivel, 2011)

Bouganvillea glabra. Hojas siempre elípticas, brácteas blancas o púrpuras, perdiendo o no el color con la edad. Bordes de las brácteas ligeramente rizados. Presentan hojas elípticas, de hasta 13 cm. de largo por 6 cm. de ancho, glabras a ligeramente vellosas en

ambas superficies. La superficie superior de la hoja en algunas variedades es verde oscuro brillante, y la inferior más pálida. Las brácteas son blancas o púrpuras, perdiendo o no el color con la edad. Bordes de las brácteas ligeramente rizados, el tubo floral es visiblemente delgado, con 5 ángulos, con pelos cortos y curvos (nativas del Brasil). Se conocen muchos cultivares. “Cypheri” distinguida por sus brácteas púrpuras y rosadas; “Formosa”, de habito semitrepador con grandes brácteas púrpuras; “Lady Huggins” con brácteas rosaamaranto, es la más pálida de todas las púrpuras. “Magnifica” tiene brácteas púrpuras y hojas brillantes. Otras variedades son: “Mrs. Leño”, “Penang”, “Sanderiana”, “Pink Beauty”, “Snow White”, “Rainbow” y “Dwarf Gem” (Esquivel, 2011)

*Bougainvillea spectabilis*. Tubo del Perianto, hojas y tallos pubescentes, los pelos de 1.3 mm. o más de largo. Hojas ovaladas, de 10 cm. de largo por 6 cm. de ancho, con muchos pelos en ambas superficies. Brácteas púrpuras, rojas o rosadas. Tubo floral cubierto por pelos suaves, es endémica de Brasil. Esta especie se diferencia de *Bougainvillea glabra* no solo por ser densamente pubescente, sino por tener diferente época de floración. *Bougainvillea glabra* florece continuamente, mientras que *Bougainvillea spectabilis* solo florece en la época seca (Esquivel,2011)

### 3.2.3 Multiplicación vegetal.

Hernández Díaz (2015). Afirma que la multiplicación puede incluir la reproducción, sexual o asexual, y puede dar lugar finalmente a una producción de plantas o semillas. También señala que la multiplicación se ha empleado para designar a la obtención de plantas a partir de uno o unos únicos parentales.

Boix Aristu (2012). Indica que, en la obtención de plantas de vivero ornamentales, cuando habla de la producción de plantas establece que la multiplicación sexual o por semillas es la reproducción y la multiplicación asexual o vegetativa es la propagación.

Boix Aristu (2012) quien afirma que la multiplicación es una técnica utilizada para la producción de plantas, especies o variedades; establece además que no es correcto utilizar indistintamente los términos: reproducción, multiplicación y propagación como procesos semejantes en la obtención de plantas, propone que se hable:

- De reproducción a la producción de plantas a partir exclusivamente de semillas
- Propagación cuando se obtiene las plantas a partir de porciones vegetales.

Boix Aristu (2012) dice que “la multiplicación es un término más general y por ello debemos hablar de multiplicación sexual, cuando se trata de obtener plantas a partir de semillas, y de multiplicación asexual o vegetativa, si es a partir de órganos vegetales”.

### **3.2.3.1 Reproducción sexual**

Martínez (2005). Señala que la reproducción sexual implica la unión de células masculinas y femeninas, la formación de semillas y la creación de una población de plántulas con genotipos nuevos y diferentes. Las nuevas plantas o sea la descendencia puede asemejarse a uno o ambos o a ninguno de los progenitores, dependiendo de sus similitudes genéticas. Entre la descendencia de una combinación específica de progenitores se puede presentar una variación considerable.

Idiamín Vásquez (2014). Afirma que las semillas son el sistema natural de propagación de las plantas. A diferencia de los esquejes, en buganvilla la reproducción por semillas no garantiza la uniformidad genética de la descendencia, aunque para las plantas que se desarrollan en verano, los semilleros se suelen hacer a comienzos de primavera, mientras que las de desarrollo primaveral se pueden sembrar en otoño.

Baessler (2005). Refiere que la reproducción de buganvilla por semillas es menos común, pero sigue siendo una buena manera de ir sobre la propagación de las buganvillas. En el otoño, las buganvillas podrían formar vainas de semillas dentro de la pequeña flor blanca en su centro.

### **3.2.3.2 Propagación asexual o vegetativa.**

La propagación vegetativa o asexual consiste en la conversión de una planta nueva intacta a partir de órganos como raíces, tallos u hojas. El material a propagar puede ser obtenido de plantas madre ya sea que se encuentren en condiciones silvestres o en invernadero (Luna, 2009) por otra parte, el método convencional por el cual se propaga *B. glabra*, es a través de estacas de madera dura cuyo tamaño oscila entre 15 a 20 cm de longitud (Kobayashi y otros, 2007)



Martínez (2005). La función de cualquier tipo de propagación es conservar un genotipo o una población de genotipos específicos, que reproduzcan la clase de la planta que en particular se desea.

La reproducción asexual es posible debido a que cada una de las células de la planta contiene todos los genes necesarios para el crecimiento y desarrollo. La división celular (mitosis) que se efectúa durante el crecimiento y regeneración, los genes son replicados en las células hijas (Gutiérrez Condori, 2013).

Gutiérrez Condori (2013) sostiene que muchas plantas ni producen semillas o esta es poca, o resulta lenta en germinar, y lleva bastante tiempo en producir nuevas plantas. Varias de estas plantas pueden multiplicarse utilizando partes vegetativas, como porciones de tallos, raíces o yemas, estos métodos resultan en plantas idénticas a la planta madre.

Rodríguez Salazar (2016). La propagación vegetativa o asexual consiste en la conversión de una planta nueva intacta a partir de órganos como raíces, tallos u hojas. El material a propagar puede ser obtenido de plantas madre ya sea que se encuentren en condiciones silvestres o en invernadero.

La propagación de plantas es una reproducción a partir de partes vegetativas. Se utilizan tejidos vegetales para multiplicación celular para generar nuevos tallos y raíces a partir de cúmulos celulares presentes en diversos órganos (Soroa, 1968).

La propagación asexual consiste en la reproducción de individuos a partir de porciones vegetativas de las plantas y es posible por que en muchas de estas los órganos vegetativos tienen capacidad de regeneración. Las porciones de tallos tienen la capacidad de formar nuevas raíces y las partes de la raíz pueden regenerar un nuevo tallo. Las hojas pueden generar nuevos tallos y raíces (Hudson y Dale, 1972).

Vázquez, Orozco, Rojas, Sánchez y Cervantes (1997). Indican que la propagación clonal o vegetativa de plantas es una producción a partir de

partes vegetativas. Se utilizan tejidos vegetales que conserven la potencialidad de multiplicación y diferenciación celular para generar nuevos tallos y raíces a partir de cúmulos celulares presentes en diversos órganos. Rosero (2014). Señala que la propagación vegetativa es sin participación de los órganos reproductores de la planta, por medio de la estimulación de la inducción de yemas axilares que darán lugar a nuevos brotes que, una vez enraizados, formarán las nuevas plantas. Es una propagación masiva, ya que la formación de yemas puede ser estimulada en gran número y en corto espacio de tiempo. Además, es una propagación clonal, ya que la formación de yemas axilares asegura la producción de plantas conformadas genéticamente al tipo original.

Centellas, Álvarez, Acuña, Rocha y Maita (2011) Afirman que la propagación asexual o vegetativa reproduce clones, lo cual implica la división auténtica de las plantas madres. Las plantas propagadas vegetativamente reproducen por medio de la réplica del ADN toda la información genética de la planta progenitora. En consecuencia, las características específicas de una determinada planta son perpetuadas en la propagación de un clon.

### **3.2.3.3 Propagación por estacas**

Garate Díaz (2010) señala que la propagación vegetativa por estaca es el sistema de propagación más antiguo, es poco costoso, fácil de realizar, no requiere de habilidad especial de parte del operador y necesita poco espacio. Además, menciona que casi todos los frutales nativos tropicales y subtropicales se pueden propagar por estacas; ya que más del 80 % de árboles tropicales forestales pueden ser enraizados con estacas de madera suave bajo sistemas de nebulización y con sistemas de baja tecnología como los polipropagadores.

Córdova Pasquel (2014), refiere que se entiende por estacas cualquier porción de una planta (raíz, tallo, hoja) que es separada de ésta y que es inducida para que forme raíces.

En la propagación vegetativa a través de estacas, se corta de la planta madre una porción de tallo, raíz u hoja, después de lo cual esa porción se coloca en condiciones ambientales favorables y se induce a que forme raíces y tallos, obteniéndose con ello una planta nueva, independiente, que en la mayoría de los casos es idéntica a la planta madre (Hartmann y Kester, 1988).

Son múltiples las razones y utilidades que este método de propagación puede presentar al momento de aplicarlo. Entre éstas se encuentra la mantención de clones a través del tiempo. Esta utilidad es particularmente importante en la propagación de árboles frutales, ornamentales y de importancia forestal (Ramos, 2004).

Reyes Quiñones (2015). Indica que es el método más importante para propagar arbustos ornamentales, tanto de especies caducifolias como de especies perennifolias. Las estacas también se usan ampliamente en la propagación comercial tanto de flores como de frutales. La reproducción por estacas consiste en cortar un fragmento de tallo con yemas y enterrarlo. Después se espera hasta que broten raíces. Así se obtiene una nueva planta. Dada su capacidad para formar yemas y raíces adventicias, cualquier parte de la planta puede desarrollarse en un organismo vegetal completo e independiente, con las mismas características genéticas de la planta progenitora.

Según indica Huanca (2003), en la propagación por estacas, una parte del tallo, de la raíz o de la hoja se separa de la planta madre, se coloca bajo condiciones ambientales favorables y se le induce a formar raíces y tallos, produciendo así una nueva planta independiente, que en la mayoría de los casos es idéntica a la planta de la cual procede.

Oliva Díaz (2006), indica que cualquier parte de una planta colocada en condiciones apropiadas, suelo, sombra, humedad, puede generar otra planta, previa emisión de raíces. A esa parte útil que puede reproducirse sin muchas variaciones en la forma, capacidad productiva o adaptación al medio ambiente, con respecto al material que le da origen, se le llama esqueje,



estaca. En los frutales, las ramas lignificadas o no lignificadas, con hojas o sin hojas, pueden dar los mejores resultados en la generación de raíces.

Mata (2006) indica que el método de enraizamiento de estacas o ramillas es uno de los métodos más importantes para propagar esta especie. El éxito del enraizamiento es posible sólo cuando se selecciona cuidadosamente el material y se prepara en forma adecuada, por lo tanto, requiere de tres pasos principales:

- Selección y manejo de la plantación madre.
- Corte y tratamiento de las estacas o ramillas.
- Siembra de los explantes.

#### 3.2.3.4 Tipos de estacas

Según indican Reyes y Capriles de Reyes (2000), las ramillas o estacas de buganvilla pueden provenir de ramas o de chupones de la planta madre. En el primer caso, dan origen a plantas con un crecimiento similar; es decir, que su crecimiento es inclinado, con hojas opuestas y alternas, requiriendo de un mantenimiento con soportes en la medida que crecen. Las yemas de chupón originan plantas de crecimiento recto muy parecido a las plantas de semillas. Los tipos de estacas son

- **Estacas de ramas.** son aquellas de ramificación abierta, muy parecidas a la forma de un abanico, obtenidas de las ramas jóvenes de la plantación. Las plantas resultantes de este tipo de estacas tienen en sus primeros años un sistema radical poco profundo.
- **Estacas de chupón.** se obtienen de chupones y tienen la tendencia a ramificarse en forma parecida a la de un árbol de semilla. Su sistema radical tiene buen anclaje.



**Figura 2 — Estacas de cucarda**

Extraído de (Estacas de buganvilla Búsqueda de Google, 2018)

### 3.2.4 Época de recolección de estaca / esquejes.

Martínez Farre y otros (1989). Indican que la época de recolección de estacas y/o esquejes, depende del tipo de estaca o esqueje a recolectar, entre los que se tiene:

- **Herbáceos.** Se obtienen, a primeras horas de la mañana, de las plantas herbáceas o suculentas y generalmente poseen hojas (clavel, geranio, etc.), aunque a veces se obtienen por troceado y defoliación de los tallos (*Diaphenbachia*). Muchos de ellos se pueden enraizar todo el año.
- **Madera blanda o verde.** Son los que se extraen en verano otoño de plantas leñosas caducas o perennes a partir de las ramas procedentes del crecimiento de primavera (*Forsythia*, *Magnolia*, *Myrtus*, *Pyracantha*, *buganvilla*, etc.). Esta madera es verde porque aún tiene contenido clorofílico epidérmico. Las hojas nunca deben eliminarse completamente. La recolección debe realizarse a primeras horas de la mañana.
- **Madera semidura.** Procedentes de plantas leñosas perennes, o algunas veces de caducas, se extraen en verano, es decir con la madera ya parcialmente madura y en fase no activa de alargamiento (*Euonymus*, *Camelia*, *Pittosporum*, etc.). Nunca deben eliminarse completamente las hojas. La recolección debe hacerse al principio de la mañana.
- **Madera dura de especies perennes.** A este grupo pertenecen las coníferas entre las que se encuentran especies difíciles de enraizar (*Picea*, *Pinus*, etc.) y otras más fáciles (*Chamaecyparis*, *Taxus*, *Thuja*, etc.). A menor edad de la planta

madre más facilidad para el enraizamiento. Se obtienen generalmente en otoño y fines de invierno. El lesionado suele resultar beneficioso. Los esquejes por lo general se obtienen de madera procedente del crecimiento del año anterior, aunque a veces se puede utilizar material más viejo.

- **Madera dura de especies caducas.** Las estacas se obtienen en el periodo de reposo a final del otoño, en invierno o inicio de la primavera, por lo que están desprovistas de hojas. En general se utiliza la madera del año anterior o a veces de más edad. Estas estacas deben tener un buen almacenamiento de reservas para cubrir las necesidades energéticas y materiales durante el enraizamiento.

Tabla 3 — Épocas adecuadas para la obtención de estacas o esquejes de plantas leñosas

Planta	Madera verde	Madera dura
Abies		Invierno
Hacer	Mayo – Junio	
Alnus		Invierno
Betula	Verano (difícil enraiz.)	
Bougainvillea	Todo el año	
Camellia	Verano	
Cedrus, ect.	Final veranootoño	
(Difícil enraiz.)		

Extraído de Martínez Ferre y otros (1989)

### 3.2.5 Procedimiento para la obtención de estacas

Vázquez y otros (1997). Indican, para obtener y manipular adecuadamente las estacas de buganvilla deben tomarse en cuenta varios factores: la alta humedad del aire, la intensidad moderada de luz, con temperaturas estables, un medio favorable de enraizamiento, y una protección adecuada contra el viento, las plagas y las enfermedades. Sobre todo, debe evitarse la deshidratación, pues los cortes con hojas pierden rápidamente agua por medio de la transpiración, aun cuando exista una alta humedad relativa. Y es que, como no tienen raíces, la absorción de agua es mucho más lenta, y esto afecta el estado de hidratación de la estaca.

Medina (2014). Señala en la propagación de buganvilla por estacas, se debe cortar una porción de tallo, raíz u hoja de una planta madura luego colocarla en ciertas condiciones favorables para inducir a formar raíces y tallos obteniéndose con ello una planta nueva e independiente.



Medina (2014). Afirma que, en la propagación por estacas de tallo, se obtienen segmentos de ramas que contienen yemas terminales o laterales, y que en condiciones apropiadas formarán raíces adventicias y se obtendrán plantas independientes.

Vázquez y otros (1997). Presentan estas recomendaciones para obtener los cortes de la planta donante:

- La obtención de ramas de la planta donante debe realizarse por la mañana o por la tarde (antes de las 10 am o después de las 4 pm), con la finalidad de evitar la pérdida de agua durante las horas de mayor insolación.
- Es conveniente que la poda de las ramas elegidas (con crecimiento vertical) se realice a la altura de los 10 nudos o menos. Cuando se dificulte distinguir el número de nudos es recomendable tomar como criterio una altura del brote o rama, desde 10 cm hasta 1 m, para asegurar una mayor capacidad de enraizamiento.
- Ya cortados los brotes se marcan con el número de la planta donante (número de clon), se introducen lo más rápidamente posible en bolsas de plástico con algún material que retenga bastante agua y se cierran para evitar la pérdida de humedad. Deben mantenerse en un sitio fresco y sombreado y en cuanto sea posible se trasladan al área de enraizamiento del vivero.
- Al extraer los brotes para hacer los cortes deben mantenerse húmedos y frescos, exponiéndolos lo menos posible al viento, ya que éste incrementa la pérdida de humedad. Los cortes deben hacerse con instrumentos filosos, en forma oblicua por arriba del nudo. La longitud óptima de las estacas es usualmente entre 5 y 20 cm. Independientemente del tipo de corte o tamaño, éstos siempre deberán contar al menos con una hoja en la punta de la estaca, para que ésta proporcione nutrientes y otras sustancias necesarias para el enraizamiento.

### 3.2.6 Enraizamiento de estacas

Bruzos (2014). Señala, en principio cualquier esqueje o estaca puede, con el método adecuado, producir suficientes raíces como para lograr una planta nueva, virtualmente clonada de la planta madre. En muchos casos esto es sumamente fácil, especialmente en las plantas herbáceas o semi leñosas, pero en otros casos, como por ejemplo en algunos

frutales, es muy difícil lograr que la estaca produzca las raíces suficientes antes de que se deshidrate por la desconexión con la planta sostén.

Vázquez y otros (1997). Indican, esta técnica de propagación tiene muchas ventajas y se emplea exitosamente sin necesidad de gran inversión económica. La técnica más común es la inducción de la formación de raíces en una sección del tallo o de la rama, de manera que se origine una planta independiente. En los casos en que se ha experimentado propagar árboles mediante la enraización a partir de segmentos se ha tenido éxito en más de 80 por ciento.

Vázquez y otros (1997). También señalan que, en virtud de la totipotencialidad del tejido vegetal, es decir, de su capacidad para formar yemas y raíces adventicias, casi cualquiera de los órganos de una planta vascular tiene relación con su propagación vegetativa al sufrir modificaciones anatómicas y funcionales que le permiten desarrollarse en un organismo vegetal completo e independiente, con las mismas características genéticas de la planta progenitora.

Es la formación de raíces adventicias en la base de la estaca. Es un proceso espontaneo, mientras que en especies recalcitrantes se ha comprobado que la aplicación de AIA y auxinas sintéticas como IBA y NAA estimulan el enraizamiento, la formación de raíces adventicias en esquejes o estacas, es un proceso complejo que consta de, al menos dos etapas: la formación de primordios de raíz a partir de ciertas sustancias susceptibles y el crecimiento de las raíces (Azcon y Talon, 2000).



**Figura 3 — Fotografías de enraizado de estacas**

Extraído de Azcon y Talon (2000)

### **3.2.6.1 El tiempo de enraizamiento**

Bruzos (2014). Menciona, en general más tarde o más temprano todas las estacas de buganvilla generarán raíces, el problema es que algunas como la buganvilla glabra pueden demorar hasta más de 7 meses en hacerlo, por lo que el reto principal al enraizar una estaca, es mantenerla viva por sí sola, sin raíces, y generalmente sin follaje, que es el generador de alimentos, durante ese tiempo de espera.

Según Bruzos (2014) este tiempo de espera se convierte en la variable influyente principal de todo el proceso, de manera que "a menos tiempo para generar raíces, más fácil se logra el éxito". Aunque muchos de los factores como edad, diámetro, zona de la rama, cantidad de follaje, temporada, forma de corte de las estacas, entre otros, son influyentes en el tiempo de espera

### **3.2.6.2 La supervivencia**

Bruzos (2014). Señala, otro factor de la buganvilla glabra que a simple vista parece inexplicable es la errática supervivencia de las estacas. Son muchos los casos de estacas tomadas de condiciones aparentemente idénticas; grueso, edad, forma, época, etc. y sembradas en las mismas condiciones que no enraízan, mientras otras del mismo grupo lo hacen. El hecho es tan notable que los rangos de supervivencia pueden ir desde menos del 5% hasta el 100%

### **3.2.7 Enraizamiento de estacas**

Cabrera Rodríguez y otros (2006). Indican que la propagación vegetativa de buganblias no requiere de instalaciones ni insumos costosos. Cabe mencionar que hay una gran variedad de sistemas de producción debido principalmente a la disponibilidad de recursos de los productores.

Sarmiento Gonzales (2015) afirma que el método convencional por el cual se propaga la B. glabra, es a través de estacas de madera dura cuyo tamaño oscila entre 15 o 20 cm longitud.

La propagación de la buganvilla se realiza fundamentalmente por estacas, pues las variedades comerciales utilizadas no producen semillas (Notsuka, Tsuru y Shiraishi,

2000), con esta forma de propagación se logran resultados muy variables inferiores a 70 % de enraizamiento (Bhattacharjee y Balakrishna, 1993).

Evangelista Manzanares, Escobar y Morales (2004), reportaron que la propagación mediante esquejes (de 8 a 10 cm de longitud) para las variedades Morada, Sorpresa y Variegata, el tipo de sustrato y la variedad son factores críticos para el enraizamiento exitoso de los esquejes y además el tiempo de enraizamiento varía de 30 a 50 días.

La propagación asexual o por estacas tiene múltiples ventajas como la conservación de genotipos y ciclos de producción cortos, sin embargo, el principal inconveniente en la buganvilla son los problemas fitosanitarios, causados por hongos (*Alternaria* sp., *Aspergillus* sp. y *Fusarium oxysporum*), los cuales pueden ser diseminados en las estacas al ser propagadas (Gómez, 2003).

Fanego y otros (2009). Mencionan que en Cuba la propagación de esta especie se realiza por el método estaquillado a través de estacas provenientes de diferentes partes de la rama.

La propagación de esta especie se realiza por el método tradicional basado fundamentalmente en el uso de estacas tomadas de diferentes secciones de las ramas y tallos colocadas para enraizar en un lecho favorable obteniéndose bajos porcentajes, lo que puede estar dado por la selección del tipo de estaca, el manejo del riego y la falta de ciertas sustancias internas necesarias para la formación de raíces (Hartmann y Kester, 1988)

La veranera (*Bougainvillea glabra*) es una planta que precisa de muchos cuidados ya que los viveristas realizan la propagación de forma natural, en la cual utilizan sustrato a base de tierra vegetal dando como resultado bajo porcentaje de enraizamiento (Martínez y Águila, 1989).

Sarmiento González (2015). Indica que la trinitaria o buganvilla se propaga por vía vegetativa, por estacas o esquejes. El enraizamiento es relativamente corto y se recomienda utilizar fitohormonas para estimular el desarrollo de las raíces.



Sarmiento Gonzáles (2015) también señala que el sistema más adecuado para prender estacas de trinitarias es el de propagación en camas provistas de riego de neblina, cuyo medio de cultivo debe ser de arena o arena mezclada con tierra.

Céline et al., (2006) citado por Ogunwa (2011), refieren que las buganvillas se propagan principalmente por estacas, pero la falta de competencia para formar raíces adventicias por esquejes se produce habitualmente y es un obstáculo para la propagación vegetativa.

Santos (2010). Afirma que la Buganvilia o Veranera suele multiplicarse mediante esquejes. Precisa dos posibilidades:

- Esquejes de madera dura tomados en cualquier época del año y puestos a enraizar en arena o arena y turba a partes iguales. En invierno, suelen arraigar con calor de fondo de propagadores eléctricos.
- Esquejes de madera blanda, verdes, tomados al final del verano. Esta forma es más adecuada para algunos cultivares difíciles de enraizar con esquejes de madera dura. Eso sí, es necesario mantener una alta humedad ambiental.

INFOAGRO (2012). Señala que la propagación de la buganvilla, se puede realizar por:

**a. Propagación por estacas**

Se suelen utilizar porciones de tallo intermedias, con al menos 35 nudos. Deben eliminarse las hojas de la porción basal. A continuación, se insertan dichas porciones de tallo en un sustrato compuesto por turba y perlita en una proporción 1:1. Para favorecer el enraizamiento, se puede aplicar una hormona de enraizamiento como es IBA (ácido 3-indolbutírico). Se deben mantener en un ambiente ligeramente húmedo y a una temperatura de 18°C. En estas condiciones, las estacas enraízan de 412 semanas. Es conveniente aplicar un fungicida preventivo.

**b. Propagación por esquejes**

Se deben coger brotes semimaduros de 7cm de la planta madre. Se deben cortar por debajo del nudo, eliminando las hojas basales. A continuación, se deben incorporar en una bandeja de propagación con un sustrato de turba y arena, para favorecer el drenaje. Posteriormente, se debe someter a una temperatura de 18°C y un ambiente húmedo. Al cabo de tres semanas, el esqueje comienza a enraizar



### **3.2.8 Enraizamiento de estacas**

#### **3.2.8.1 Factores internos**

Hartmann y Kester (1988), indican que los factores que tienen mayor influencia para lograr un adecuado enraizamiento en la propagación por estacas son: el manejo de la planta madre con el fin de obtener brotes juveniles, en buen estado nutricional, en la época y edad apropiada; la longitud y diámetro de las estacas, la presencia de hojas y yemas, tratamientos hormonales y las condiciones ambientales (iluminación, temperatura, humedad relativa, medio de enraíce) propicias que induzcan al enraizado. Además, la capacidad de la estaca ya enraizada, a prosperar después del trasplante para conseguir plantas de calidad.

#### **3.2.8.2 Condiciones nutricionales de la planta madre**

Hartmann y Kester (1988), señala que la nutrición de la planta madre ejerce una fuerte influencia en el desarrollo de raíces y tallos de las estacas. Los factores internos, tales como el contenido de auxina, de cofactores de enraizamiento y las reservas de carbohidratos pueden influir en la iniciación de las raíces de las estacas.

Cabrera Rodríguez y otros (2006) mencionan en cuanto a los requerimientos nutricionales durante el enraizamiento de las estacas, la aplicación de nutrientes no es necesario durante la fase de inducción, en vista que las estacas utilizan los nutrientes endógenos transportados basipetamente a partir de los brotes, esto es un aspecto relevante de la importancia del optimo estado nutricional de la planta madre.

. después del trasplante para conseguir plantas de calidad.

#### **3.2.8.3 Edad de la planta madre**

Según Hartmann y Kester (1988), el factor de juvenilidad es uno de los aspectos más relevantes para el éxito del enraizamiento de estacas. En muchas especies forestales es la edad ontogénica o fisiológica y no la edad cronológica, de las estacas que es la más importante para el éxito del enraizamiento. Esto se efectúa en distintas fases tales como juvenil y adulta, separadas por una fase de transición.

Arce y Balboa (1987), afirma que las estacas obtenidas de árboles jóvenes arraigan más fácilmente que las obtenidas de árboles viejos. En el caso de propagación vegetativa en especies arbóreas, la edad conveniente de la planta madre para la obtención de los brotes es la juvenil, que es cuando arraigan con mayor facilidad, una de las técnicas utilizadas con estos fines es el de seto vivo.

#### **3.2.8.4 Tipo de madera seleccionada para estacas**

Según Hartmann y Kester (1988), se puede escoger desde las ramas terminales muy suculentas del crecimiento en curso, hasta grandes estacas de madera dura de varios años de edad. Es imposible establecer el tipo de material que sea mejor para todas las plantas. Lo que puede ser ideal para una planta, puede resultar una falla para otra.

#### **3.2.8.5 Diferencias entre las diversas partes de la rama**

Hartmann y Kester (1988), indica que es posible observar que los brotes tomados de distintas partes de un árbol o estacas tomadas de distintos brotes presentan crecimiento diferencial en una plantación inclusive si se mantiene la igualdad de los demás factores, la topófisis tiene un marcado efecto sobre el desarrollo de un potente sistema radicular, encontrándose en muchos casos, que el mayor enraizamiento se obtiene en la porción media y basal, de igual forma los vástagos laterales tienden a enraizar con más facilidad que los procedentes de vástagos terminales.

Arce y Balboa (1987) señala que a lo largo de un brote se presentan gradientes hídricos, hormonales, de nutrientes e inhibidores de enraizamiento, variaciones en diámetro y longitud del entrenudo; se puede utilizar estacas provenientes de varias posiciones a lo largo del brote, aunque siempre hay que descartar el entrenudo apical por ser demasiado suculento y susceptible al marchitamiento, del mismo modo los entrenudo basales muy lignificados que muestran mayor dificultad para la iniciación de las raíces. Generalmente a los brotes en toda su longitud se les clasifica como basal, media y apical.



### **3.2.8.6 Longitud de la estaca**

Córdova Pasquel (2014). Indica que, al evaluar el efecto de la longitud de estaca en el enraizamiento, no encontró diferencia significativa en el porcentaje de prendimiento de estacas leñosas; Sin embargo, Hartmann y Kester (1975) afirman que la longitud de estaca es un factor determinante en el enraizamiento por lo que recomienda utilizar estacas de 7 a 15 cm de largo con dos a más nudos.

### **3.2.8.7 Diámetro de estacas**

Hartmann y Kester (1975) sostienen que la concentración de sustancias nutricionales es mayor, cuando mayor sea el grosor de la estaca. De igual modo la rigidez de una planta está en relación directa con el diámetro. Así las delgadas son generalmente suaves y flexibles por tener tallos suculentos, mientras que los más gruesos son firmes y rígidos por tener tallos leñosos; el enraizamiento por tanto está relacionado con el grosor del diámetro de la estaca.

### **3.2.8.8 Factores externos que influyen en el enraizado**

Según Primo y Cuñat (1998) además de los factores internos, existen algunos factores externos tales como el medio de enraizamiento, la temperatura, la luz y la humedad, que influyen en el enraizado de estacas. Weaver (1988) afirma que no existe un determinado medio que convenga al enraizado de todas las especies vegetales, pues cada planta tiene un medio favorable para enraizar sus estacas.

Además, es posible que una misma especie enraíce en diferentes sustratos de acuerdo con la época del año. La formación rápida de raíces ocurre, en la mayoría de los casos, cuando el sustrato es ligero, suelto, esterilizado y que mantenga la humedad en forma apropiada, ya que la ausencia de oxígeno es perjudicial.

Según Sierra (1989) la temperatura óptima de enraizado varía de acuerdo con la especie. Para estacas de algunas especies solamente se requiere protección contra los rayos del sol, en tanto que para otras especies se requiere un estricto control de la temperatura ambiente, recomienda

conservar el propagador con una temperatura constante que puede oscilar entre 18 y 22 °C según la estaca a enraizar. La influencia de la luz en la formación de raíces es un proceso bastante complejo. Se sabe que fomenta el enraizado al incidir sobre las hojas verdes, pero que lo inhibe al actuar directamente en sitios productores de raíces, un mínimo de 30% de luz favorece la fotosíntesis, debiendo evitarse el ingreso de mucha luz porque provoca aumento de la temperatura, lo cual hace disminuir el porcentaje de enraizamiento. La humedad relativa del ambiente en el cual crecen las estacas debe ser alta a principios del enraizado a fin de reducir la evaporación y evitar la desecación de las estacas. La humedad relativa se puede mantener entre 90 y 95 %.

### 3.2.9 Influencia de la época en el enraizado

Rodríguez Salazar (2016), señala que, en relación con la influencia de la época, existen plantas que se propagan por estacas en cualquier época del año en tanto que otras no. Esto sugiere que ciertas especies tienen una época propicia en la cual se verifica el mayor éxito en el enraizado. Se recomienda enraizar a finales de invierno e inicios de la primavera. En cuanto a la buganvilla no se tiene estudios relacionados que la época de enraizado tenga influencia sobre el prendimiento de estacas.

Naundorf (1951) indica, en cuanto a la época y su influencia en el enraizamiento de estacas existen muy pocos trabajos. Según algunos autores afirman que, para el enraizamiento de estacas, es necesario elegir una estación fija, ya que no todas las épocas han resultado favorables para el enraizamiento de las estacas en general, sea con o sin fitohormonas.

Los factores que tienen mayor influencia para lograr un adecuado enraizamiento de estacas de buganvilla son la edad apropiada; la longitud y diámetro de las estacas, la presencia de hojas y yemas, tratamientos hormonales y las condiciones ambientales (iluminación, temperatura, humedad relativa, medio de enraíce (Hartmann y Kester, 1988)

En palabras de (Hartmann y Kester, 1988) “ningún autor se refiere a la influencia de las estaciones o de la época del año en el enraizamiento de estacas de buganvilla”

Las estacas de buganvilla prosperan entre 18 y 24 °C (65 y 75 °F). Durante el periodo de verano, se debe limitar la exposición de la planta a las condiciones muy calientes y en el periodo de invierno se debe evitar las temperaturas frías. Lo mejor es proteger mediante una malla que permite el paso de la luz difusa y protege de las bajas temperaturas (Sierra, 1989).

### **3.2.10 Influencia de los regularizadores en el enraizado de estacas**

Primo, (1998), señala que los reguladores de crecimiento comprenden todos aquellos productos químicos de naturaleza sintética que ejercen acciones similares a las de las fitohormonas en los diferentes órganos de la planta. Aun cuando en el enraizado de estacas los reguladores de crecimiento ejercen una significativa influencia.

Cuculiza, Melgarejo y Romero (2005). Aseguran que en diversas oportunidades se obtienen resultados negativos debido a las siguientes razones:

- Mayor o menor concentración de la sustancia utilizada,
- Exceso o defecto en el tiempo de tratamiento,
- El tratamiento a la estaca deberá hacerse de acuerdo con las condiciones extrínsecas e intrínsecas que está presente.

INFOAGRO (2012) cita, tanto esquejes de madera dura como esquejes de madera blanda, si se les impregna en la base del esqueje con una hormona de presentación en polvo, aumentan las posibilidades de arraigo y hay menos pérdidas.

Martínez Farre y Águila Sancho (1989). Señala que la formación de raíces en los esquejes depende, entre otros factores, del suministro natural o artificial de unas hormonas vegetales, naturales o sintéticas, denominadas auxinas. Estas sustancias son capaces de promover tanto la diferenciación de primordios radiculares en el interior del tallo, como su posterior alargamiento hasta convertirse en raíces visibles: En la naturaleza la hormona auxínica más ampliamente extendida es el ácido indolacético o AIA.

### **3.2.12 Hormonas vegetales y reguladores de crecimiento**

Segura (2008). Indica que las hormonas vegetales (fitohormonas) pueden ser definidas como un grupo de sustancias orgánicas, sintetizadas por las plantas, que tienen la capacidad de afectar a los procesos fisiológicos en concentraciones mucho más bajas que los nutrientes o las vitaminas ( $< 1\text{mm}$ , frecuentemente  $< 1\ \mu\text{m}$ ). El control de la

respuesta hormonal se lleva a cabo a través de cambios en la concentración y la sensibilidad de los tejidos a las hormonas.

Espejo (2014) menciona que “Las fitohormonas o también llamadas hormonas vegetales son sustancias producidas por células vegetales en sitios estratégicos de la planta y estas hormonas vegetales son capaces de regular de manera predominante los fenómenos fisiológicos de las plantas”. Posteriormente se sintetizaron dos nuevas auxinas que tenían mayor actividad que la hormona natural, el IAA. Estos nuevos compuestos fueron IBA (ácido 3índolbutírico) y NAA (ácido naftalenacético). Todos los productos comerciales modernos para enraizamiento o estimulantes radiculares están basados en estas dos hormonas o son sus derivados para buscar mejor efectividad en algunas aplicaciones. El IBA tiene una efectividad algo superior al NAA en algunas aplicaciones y la presencia de ambas hormonas en el mismo producto suele potenciar los resultados.

Blanco (2010). Menciona que una hormona vegetal es un compuesto orgánico sintetizado en un lugar de la planta y traslocado a otra parte donde, en concentraciones muy bajas, produce una respuesta fisiológica. La respuesta no es necesariamente de promoción, por ejemplo, el Ácido Abscísico inhibe el crecimiento y diferenciación

Lluna (2006). Señala que las hormonas vegetales son unas sustancias orgánicas que se encuentran a muy baja concentración, se sintetizan en determinado lugar de la planta y se traslocan a otro, que es donde ejercen sus efectos reguladores; pero todavía no se conoce el mecanismo preciso mediante el cual funcionan. Hasta el momento se conocen cinco grupos de fitohormonas: Auxinas, Giberelinas, Citoquininas, Acido abcísico y Etileno.

Según Azcon y Talon (2000) manifiestan son compuestos orgánicos distintos a los nutrientes que, en pequeñas cantidades, estimulan, inhiben o estimulan de alguna manera cualquier proceso fisiológico en las plantas.

Segura (2008). Señala que el desarrollo de las plantas está afectado por un gran número de sustancias orgánicas. El reconocimiento como hormona de cualquiera de estas sustancias depende, en última instancia, de su aislamiento y de la determinación de sus propiedades biológicas y químicas. Hasta fechas recientes ha existido un acuerdo

general en clasificar como hormonas vegetales a: auxinas, giberelinas, citoquininas, etileno y ácido abscísico, que constituyen los cinco grupos hormonales clásicos.

Cruz y otros (2012), indican que estos compuestos tan importantes, responsables de los patrones de expresión génica de diversos eventos de crecimiento y desarrollo, participan en la regulación de múltiples procesos fisiológicos como la germinación de semillas, el enraizamiento, los movimientos trópicos, la tolerancia a diferentes tipos de estrés bióticos y abióticos, la etapa de floración, la maduración de frutos y la senescencia, entre otros. A diferencia de las hormonas animales, las fitohormonas se producen en las células de la planta, sin formar glándulas y se definen como compuestos orgánicos que se sintetizan en una parte de la planta, y se trasladan a otro sitio donde ejercen su acción fisiológica en muy bajas concentraciones, entre  $10^{-9}$  M a  $10^{-6}$  M, muy por debajo de la concentración de otros compuestos como nutrientes y vitaminas.

Cruz y otros (2012), señalan de acuerdo con su estructura y función fisiológica, las hormonas han sido clasificadas en varios grupos que comprenden a las auxinas, citoquininas (CK), ácido abscísico (ABA), giberelinas (GA), etileno, jasmonatos (JA), ácido salicílico (SA), brasinosteroides, poliaminas.

Cruz y otros (2012) indican que las fitohormonas son fitorreguladores que son sintetizados en muchas partes de la planta, pero más especialmente en áreas de crecimiento activo como los embriones o tejidos meristemáticos. A la fecha, se han identificado cerca de 112 hormonas diferentes y se denominan sucesivamente GA1, GA2, GA3, etc, entre las principales, se tiene:

#### **a. Auxinas**

Marassi (1999) señala que el nombre auxina significa en griego “crecer” y es dado a un grupo de compuestos que estimulan la elongación de las células. El ácido indolacético (AIA) es la forma natural predominante, actualmente se sabe que también son naturales:

- El IBA (ácido indol butírico),
- El ácido feniácético,
- El ácido 4 cloroindolacético y
- El ácido indol propiónico (IPA),

Existe gran cantidad de auxinas sintéticas siendo las más conocidas:

- ANA (ácido naftalenacético),
- IBA (ácido indolbutírico),



- 2,4D (ácido 2,4 diclorofenoxiacético),
- NOA (ácido naftoxiacético)
- 2,4DB (ácido 2,4 diclorofenoxibutilico)
- 2,4,5,T (ácido 2,4,5 triclorofenoxiacético)

Cruz y otros (2012) mencionan, las auxinas fueron las primeras fitohormonas identificadas y es precisamente el ácido indolacético AIA, la principal auxina endógena en la mayoría de las plantas. Las auxinas se encuentran en la planta en mayores cantidades en las partes donde se presentan procesos activos de división celular, lo cual se relaciona con sus funciones fisiológicas asociadas con la elongación de tallos y coleóptilos, formación de raíces adventicias.

#### **b. Citoquininas**

Cruz y otros (2012). Indican que las citoquininas han sido consideradas estructuralmente como derivadas de adeninas o purinas, y dentro de este grupo se incluyen la kinetina, zeatina y benzilaminopurina. Debido a su variación estructural se ha llegado a clasificar en citoquininas isoprenoides y aromáticas. Este grupo de fitohormonas es considerado el responsable de los procesos de división celular, entre los que se encuentran la formación y crecimiento de brotes axilares, la germinación de semillas, la maduración de cloroplastos, la diferenciación celular y también el control de varios procesos vegetales como el retardo de la senescencia y en la transducción de señales. Se cree que las citoquininas son sintetizadas en tejidos jóvenes o meristemáticos como ápices radiculares, yemas del tallo, nódulos de raíces de leguminosas, semillas en germinación, especialmente en endospermas líquidos y frutos jóvenes; desde donde se transportan vía xilema hacia la hoja donde se acumula, para luego ser exportada vía floema hacia otros órganos como los frutos.

#### **c. Giberelinas**

Cruz y otros (2012), señalan que las giberelinas son un grupo de diterpenoides que se definen más por su estructura que por su actividad biológica, contrario a lo que ocurre con las auxinas y las citoquininas. Las giberelinas biológicamente activas, actúan como reguladores esenciales del desarrollo de las plantas y cubren todos los aspectos de la historia de vida de las plantas, modulando varias respuestas del crecimiento como la germinación de semillas, el crecimiento del tallo, la partenocarpia, la expansión foliar, la elongación de la raíz, la floración y la liberación de enzimas hidrolíticas en algunos tejidos. Mayores niveles de giberelinas se encuentran en las partes reproductivas en comparación con las vegetativas, y en

partes jóvenes en comparación con las maduras. Se encuentra con facilidad en ápices de tallos y raíces, en hojas jóvenes, partes florales, semillas inmaduras y embriones en germinación

### 3.2.13 Enraizadores

Los materiales químicos sintéticos que se han encontrado más dignos de confianza para estimular la producción de raíces adventicias de las estacas, son los ácidos indolbutírico y naftalenacético, aunque hay otros que se puedan usarse. El ácido indolbutírico probablemente es el mejor material para uso general debido a que no es tóxico en una amplia gama de concentraciones y es eficaz para estimular el enraizamiento de un gran número de especies de plantas (Hudson y Dale, (1972).

Espejo (2015) señala que son compuestos de origen natural o sintético u hormonas vegetales que modifican procesos fisiológicos de las plantas. Regulan el crecimiento imitando a las hormonas influyendo en la síntesis, destrucción, translocación (posiblemente) modificando los sitios de acción de las hormonas.

Según Azcon y Talon (2000) mencionan, los enraizadores son productos sintéticos, que estimulan el crecimiento de raíces en estacas, esquejes, brotes o gajos con él tratados. Es un importante complemento que asegura el crecimiento radicular en todo tipo de vegetales. En la formación de raíces adventicias en la base de la estaca se ha comprobado que la aplicación de AIA, y auxinas sintéticas IBA, NAA y IAA estimulan el enraizamiento.

### 3.2.14 Enraizadores comerciales y enraizadores naturales

Seymour (2014). Un enraizante es un producto casero o comercial que estimula la producción de raíces de las plantas tanto de los esquejes como de las semillas, hace tiempo que se usan este tipo de productos sobre todo para reproducir plantas a partir de una rama o esqueje.

Garate Díaz (2010). Existen numerosos productos comerciales en el mercado, entre ellos el Seradix, Clonex, Rapid Root, Rootone, Hormodin, etc. en concentraciones definidas. También se utilizan otros productos como 2,4D en dosis muy pequeñas vitaminas B1, ácido ascórbico, ácido nicotínico. También es posible utilizar ciertos productos naturales como sustitutos alternativos a los estimuladores de enraizamiento, entre ellos se tiene al agua de coco (sumergiendo 1.5 cm del extremo basal de la estaca), asimismo

a la miel de abeja, al extracto de plantas como “sauce”. La miel parece trabajar para todos los vegetales, excepto las maderas blandas y carnosas, además da a la planta azúcares disponibles de inmediato y es antibacteriano por corto tiempo.

Giraldo Díaz y otros (2009) indican, actualmente se ha despertado gran interés por el uso de estimuladores de enraizamiento de origen natural, como el cristal de sábila (*Aloe vera* (L.) Burm.f.) y la cocción de las hojas del sauce (*Salix humboldtiana* Willd.), entre otros.

Weaver (1988) menciona que “Las fitohormonas o también llamadas hormonas vegetales son sustancias producidas por células vegetales en sitios estratégicos de la planta y estas hormonas vegetales son capaces de regular de manera predominante los fenómenos fisiológicos de las plantas”.

Weaver (1988) indica que el extracto de sauce (*Salix* babilónica) es una hormona natural presente en mayor o menor grado en las plantas y producida en el meristemo de los brotes, desde donde viaja a otras partes de la planta. Favoreciendo la formación de raíces. Estas mezclas suelen utilizarse para esquejes leñosos mientras que el IAA parece funcionar mejor con los esquejes tiernos. Se comercializan enraizadores basados en extracto de madera de sauce llorón (*Salix*) incluso hay quien hace preparados domésticos con ramas troceadas (2 cm) sumergidas en agua tibia (que no hierva) durante 12 horas. Este producto contiene un precursor de la auxina.

### **3.2.15 Enraizado de estacas con hormonas**

Vázquez y otros (1997). Afirman que no todas las plantas tienen la capacidad de enraizar espontáneamente, por lo que a veces es necesario aplicar sustancias hormonales que provoquen la formación de raíces. Las auxinas son hormonas reguladoras del crecimiento vegetal y, en dosis muy pequeñas, regulan los procesos fisiológicos de las plantas. Las hay de origen natural, como el ácido indolacético (AIA), y sintéticas, como el ácido indolbutírico (AIB) y el ácido naftalenacético (ANA). Todas estimulan la formación y el desarrollo de las raíces cuando se aplican la base de las estacas.

Enríquez (1985), afirma que el uso de hormonas en la propagación de frutales por estacas es una práctica muy conocida y popular en todos los países donde se hacen plantaciones clonales. Por lo general se utiliza como estimulante del enraizamiento el



ácido indolbutírico en soluciones hidroalcohólicas, mezclado con talco o en preparaciones comerciales como el Hormodín de la casa Merck.

En investigaciones realizadas por Alvin y Duarte (1954) con diversas fitohormonas (ácido indolbutírico, ácido naptalenacético y el producto comercial Hormodín N° 2 a base de ácido indolbutírico) para favorecer el enraizamiento de estacas, la más eficiente como estimulante del enraizamiento fue el AIB. Como conclusión general se recomienda como mejores: las formulas con 0,7 ó 0,8 % de ácido indolbutírico en mezcla de talco (fungicidas orgánicos) en la proporción de 3:1.

Enríquez (1985), señala que las condiciones ambientales necesarias para el enraizamiento satisfactorio de estacas fueron investigadas por primera vez en el Colegio Imperial de Agricultura Tropical de Trinidad. Evans (1951 y 1953), las define de la forma siguiente:

- Suficiente área foliar que asegure la producción de bastantes carbohidratos por medio de la fotosíntesis, para satisfacer las necesidades del sistema radical en desarrollo y para la vida continua de la estaca.
- Intensidad adecuada de luz (por las mismas razones expuestas en la condición anterior).
- Una temperatura constante del aire entre 27 y 29 °C.
- Una atmosfera completamente saturada para asegurar máxima turgencia de las células de las hojas.
- Un medio enraizante apropiado, que permita aireación adecuada y libre drenaje, y que, al mismo tiempo, provea suficiente humedad para mantener la turgencia de las células de las estacas.
- Ausencia de patógenos, así como de otros organismos nocivos, que infestan el medio enraizante.
- Presencia de hormonas de crecimiento en cantidad suficiente para estimular el desarrollo de raíces

### 3.2.16 Formas de aplicación y datos

Arce y Balboa (1987), indica que los reguladores de crecimiento generalmente se aplican en solución, en polvo y en pasta. Sus efectos pueden variar según sea el transportador o el solvente utilizado. Para la aplicación en forma líquida, generalmente

se preparan en soluciones alcohólicas o simplemente acuosas; también bajo la forma de emulsiones. Las aplicaciones en polvo implican una mezcla con un inerte sólido tal como arcilla o talco. En pasta, es necesario aplicarlos con la ayuda de lanolina u otras sustancias similares.

En general, para las aplicaciones en polvo se emplean tres tipos de concentraciones:

- a. Baja : 1 mg por gramo de talco
- b. Media : 4 mg por gramo de talco
- c. Fuerte : 20 mg por gramo de talco.

Cuculiza, (2005), afirma que para la aplicación en forma líquida se emplean concentraciones desde 0,05 hasta 0,1 %. Las mezclas de reguladores dan mejores resultados que los productos simples. Al respecto (Arce, 1984), afirma que se puede emplear con éxito las mezclas equimoleculares de ANA y AIB, pudiéndose agregar además el 2,4,5T.

Según Arce y Balboa (1987), señala en general, las plantas herbáceas y los esquejes tiernos de arbustos responden y solo necesitan dosis bajas. Las plantas medianamente lignificadas necesitan dosis medias, en tanto que las leñosas responden más difícilmente y requieren dosis fuertes

### 3.2.17 Enraizadores en estudio

En la ejecución del presente trabajo de investigación, se evaluó el efecto de dos enraizadores de origen naturales (extracto de *Salix babilónica* y *S. humboldtiana*) y un enraizador comercial de síntesis (RAYKAT ENRAIZADOR).

#### 3.2.17.1 Sauce borón (*Salix babilónica*)

Gutiérrez Condori (2013). Indica que el *Salix babylonica* L., es una especie originaria de China, introducida como planta ornamental por la belleza de sus ramas que cuelgan hasta el suelo. Árbol caducifolio, dioico, de hasta 18 m de alto y 8-10 m de diámetro; tronco de corteza gris rugosa de hasta 80 cm de diámetro; ramificación erecta con ramas principales gruesas. Las hojas, de 156 mm de largo, son alternas, lineallanceoladas, de márgenes aserrados y de color verde claro. Las flores masculinas y femeninas son dioicas y se encuentran dispuestas en racimos amarillentos que florecen

durante la primavera. El fruto es una cápsula con numerosas semillas rodeadas de pelos suaves y brillantes.



**Figura 4 — Sauce Llorón**  
Extraído de John Seymour, (2014).

### 3.2.17.2 Sauce criollo (*Salix humboldtiana*)

Giraldo, Ríos y Polanco (2009). Señala que el sauce (*Salix humboldtiana* Willd.) es originario de América subtropical y ahora es cultivado en las zonas tropicales de Suramérica, el sur de los Estados Unidos y las Antillas (Vázquez y otros, 1997), pertenece a la familia Salicaceae y se adapta muy bien a alturas comprendidas entre los 1.400 a 2.400 msnm.

Es un árbol es mediano que normalmente puede alcanzar entre 15 y 16 metros de altura y 50 a 60 cm de diámetro en el tronco. Es de copa columnar estrecha y corteza fisurada. Las hojas son simples alternas, espiraladas, lineales, con dos estipulas en la base de las hojas de borde finamente aserrado. Las flores unisexuales en árboles diferentes, es dioico. El fruto es una cápsula ovoide de 3 a 6 cm. de largo; las semillas se encuentran rodeadas de pelos blancos, parecidas al algodón. El sauce es importante como estabilizador y protector en las márgenes de ríos y quebradas, o como colonizador en programas de recuperación de áreas deforestadas. Seutiliza para repoblación forestal; se emplea para fines técnicos de establecimiento

de barreras vivas, barreras rompevientos, y protección de nacimientos de agua, como sombrío y ornamental.



**Figura 5 — Sauce Criollo o sauce vela**  
Extraído de Zapata, Solarte, Calle Díaz y Murgueitio (2012)

Zapata y otros (2012). Refiere que el género *Salix* reúne unas 300 especies originarias de América, Europa y Asia, la mayor parte de ellas propias de las regiones frías y templadas del hemisferio norte. *Salix humboldtiana*, la única especie nativa de Centro y Suramérica, se distribuye naturalmente desde el centro de México hasta los 44° S en Argentina y Chile.

Los autores mencionan que es un árbol hasta de 25 metros de altura y 80 centímetros de diámetro, con copa estrecha y piramidal en los climas medio y frío, y un poco más amplia en climas cálidos. El tronco es recto, con ramificación irregular y cubierto por una corteza fisurada que se desprende en piezas gruesas e irregulares. Las ramas son péndulas o colgantes y el follaje es caído y de color verde claro, casi amarillento. Tiene hojas simples, angostas y de borde aserrado. Las ramas escasas y el follaje claro le dan al árbol un aspecto similar al de una vela de alumbrado antiguo; de ahí su nombre común “sauce vela”. Las flores se disponen en amentos terminales masculinos o femeninos de color crema a verde amarillento, que ofrecen abundante néctar a las abejas.

### 3.2.17.3 Composición bioquímica del sauce

El sauce llorón tiene propiedades inherentes, satisfactorias como enraizador, al obtener del machacado de sus hojas, aproximadamente 1 kg. (Hojas) con ½ litro de agua, con un tratamiento de un día de reposo (INFOAGRO, 2012). Zapata y otros (2012) menciona que “El extracto de tallos jóvenes y yemas de sauce tiene concentraciones significativas de Ácido indolacético, hormona promotora del enraizamiento vegetal”.

Seymour (2014). Mención que los sauces contienen dos sustancias muy interesantes para el enraizamiento de las plantas, en realidad lo contienen todas las que pertenezcan a la familia de los salix, pero es más frecuente que podamos encontrar sauces en nuestro entorno. Estas dos sustancias son; el Ácido indolbutírico, que sin meternos mucho en conceptos, es una hormona vegetal que estimula el crecimiento de las raíces, y el ácido salicílico que no ayudará a defender el esqueje cuando hayamos hecho el corte ante cualquier infección y cualquier hongo, es la combinación perfecta.

Zapata y otros (2012). Los sauces contienen salicilatos (sal del ácido salicílico en combinación con una base). La corteza es rica en taninos y contiene un alcaloide llamado salicina. En la medicina tradicional, la infusión de la corteza se emplea para combatir el dolor de cabeza, las fiebres y el reumatismo.

Según menciona Sevilla Castillo (2013), la buena respuesta del extracto de sauce se puede deber a su composición química, contiene, aminoácidos, nutrientes y vitaminas que en conjunto proporcionan un excelente crecimiento de brotes ya que es un biorregulador de crecimiento de origen natural vegetal.

Sevilla Castillo (2013). Señala que la composición bioquímica de *S. humboldtiana* es:

- Glucósidos fenólicos: el más importante es la salicina con propiedades analgésicas.
- Ácidos: ascórbico (corteza), Salicílico (hojas)
- Minerales: potasio, fósforo, hierro cobalto, aluminio y manganeso

- Vitaminas: B1 y B2
- Taninos catéticos
- Lignina
- Fibra

#### 3.2.17.4 Uso del salix como estimulante de enraizamiento

Ballesteros Venegas y Peña Velásquez (2012). Indican que, evaluando cuatro promotores de enraizamiento en vivero, el ácido salicílico obtenido de la infusión de 150 g/L de hojas de *Salix humboldtiana* se utilizó bajo tres metodologías de aplicación (inmersión por 1,5 horas, aspersión foliar y la combinación de las anteriores) para promover el prendimiento de *Sedum acre*, *S. luteoviride*, *S. reflexum* y *S. sediforme*.

Sevilla Castillo (2013). Señala que el extracto de hojas y ramas de *S. humboldtiana* se está utilizando para promover el enraizamiento de estacas y como estimulante de las raíces debido al posible contenido de auxinas del mismo. El extracto de *Salix* sp. mejora la producción, esto fue atribuido especialmente al ácido salicílico contenido en el mismo, pero también a su función como hormona de crecimiento, siendo posiblemente su mayor componente las auxinas.

También menciona a Rojas (2009) que en un experimento desarrollado en La Habana analizó el comportamiento de un extracto a base de *Salix humboldtiana*, el cual mostró excelentes resultados como enraizador en cultivos in vitro de diversas especies (*Matricaria recutita* L., *Melissa officinalis* L., *Mentha x piperita* L., *Mentha citrata* L., *Artemisia absinthium* L., *Orthosiphon aristatus* (Blume) Miq), ya que los resultados fueron asociados a la presencia de fitohormonas como las auxinas que estimulan el desarrollo vegetativo de especies vegetales. Así mismo, se han reportado efectos positivos de este extracto, sobre características vegetativas de plántulas de tomate en etapa de semillero, tales como aumento en el número de hojas, diámetro de tallos, número y diámetro de raíces.

### 3.2.17.5 Preparación y modo de uso

#### a. Infusión

Tinco Mamani (2013) señala que cortados las ramillas en trozos de 5 cm a un equivalente de un vaso de trocitos de sauce (250 gr) por litro de agua, se hizo hervir el agua y una vez que llegó al punto de ebullición se colocaron los trozos apagando el fuego y dejando reposar y enfriar la mezcla por un par de horas, siempre y cuando el recipiente está cubierto en su totalidad, posteriormente se introdujo las estacas por un periodo de 10 minutos y luego se realizó el estaquillado.

Zapata y otros (2012) indican que el extracto de sauce (*Salix babilónica*) se obtiene extrayendo tallos jóvenes, hojas o yemas brotadas de sauce e hirviéndolas en agua, en una relación vaso (250 gr) de hojas o yemas por litro de agua; luego de veinte minutos de hervor, se deja enfriar y procedemos a tratar la especie a enraizar.

Los esquejes estacas se introducen en la solución por una hora para luego ser estaquillado.



**Figura 6 — Picado de ramillas de *S. babilónica***

Extraído de Tinco Mamani (2013)

#### b. Macerado

Huarhua Chipani (2017). Señala que para el caso del extracto de sauce se siguió el procedimiento de Condori Mendoza (2006) se recolecto

ramas de sauce, para posteriormente molerse a una relación de 2,5 kilos de sauce en 4 litros de agua, seguidamente se pasó sobre un colador de malla para obtener el extracto de sauce libre de material extraño y libre de restos de sauce para luego dejarlo en remojo de 24 horas para que tenga una mayor concentración.

Los esquejes fueron puestos en un recipiente que contenía el enraizador (extracto de sauce), donde las estacas se colocaron y permanecieron por 24 horas según Condori Mendoza (2006), para luego estaquillarlos.

**Tabla 4 — Dosificación de los enraizadores naturales**

<b>Enraizador</b>	<b>Preparación</b>	<b>Tipo</b>	<b>Aplicación</b>
Sauce Llorón	250gr tallo/1 lt agua	Infusión	Inmersión por 1 hora
Sauce Llorón	2,50 kg tallo/4 lt agua	Macerado	Inmersión por horas

Extraído de Condori Mendoza (2006)

### 3.2.17.6 Mecanismo de acción

Zapata y otros (2012) señalan que el mecanismo de acción del extracto de sauce, es:

- Estimula la producción de citoalexina.
- Mejora la división celular alongando los tejidos de brotes y retoños, así como la salida de flores y frutos.
- Multiplica la producción radicular y controla el stress de las plantas

### 3.2.18 Raykat enraizador

EDIFARM (2016). Indica que es un bioestimulante especialmente formulado para inducir el enraizamiento en los primeros estadios de la planta. Su alta concentración de polisacáridos junto con los macro y micro elementos producen crecimiento de raíces en cantidad suficiente que se puede observar su efecto inmediato en las plantas aplicadas. Se recomienda su aplicación también en plantas en inicio de producción para que la planta absorba nutrientes con facilidad e incrementar o mantener altos rendimientos.



ATLÁNTICA AGRÍCOLA (2014). RAYKAT ENRAIZADOR es un producto especialmente formulado para inducir el enraizamiento en los primeros estadios de la planta. Sus componentes logran un fuerte desarrollo radicular que resulta muy beneficioso en el inicio del cultivo.

**a. Formulación**

Concentrado soluble – Bioestimulante

**b. Composición química**

• Aminoácidos libres	4%;
• Polisacáridos	15%;
• Citoquininas	0.05%;
• Nitrógeno total	4%;
• Pentóxido de fósforo (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ) soluble en agua	8%;
• Oxido de potasio (K <sub>2</sub> O) soluble en agua	3%;
• Boro (B)	0.03%;
• Hierro (Fe) EDDHA	0.1%;
• Zinc (Zn) EDTA	0.02%.
• pH	7.8.

**c. Característica.**

Es una mezcla de nuevos factores de crecimiento, unidos con aminoácidos, polisacáridos, macro y micro elementos cuya interacción produce un espectacular desarrollo tanto del aparato radicular como de la parte aérea de las plantas, produciendo su uso, una mayor y mejor producción.

La presencia de aminoácidos y de polisacáridos entre sus componentes favorece la absorción de los nutrientes (macro y micro) que contiene, con lo que se consigue un mayor desarrollo de la planta en general

**d. Beneficios.**

- Provoca el enraizamiento.
- Aumenta la división celular.
- Favorece la absorción de nutrientes de suelo.
- Aporta nutrientes (macro y micro elementos).
- Favorece el desarrollo de microorganismos del suelo.
- Ayuda a los cultivos en situaciones de estrés y fitotoxicidad.



- Incrementa la longevidad de la planta.
- Ayuda en momentos de gran actividad vegetativa.
- Sobre el fruto, aumenta la concentración de azúcares y color.

**e. Indicaciones de Uso**

Está indicado su uso en semilleros y viveros de todo tipo, así como tras el trasplante de hortícolas y árboles frutales al terreno definitivo con el fin de favorecer el enraizado y crecimiento tanto en longitud como en grosor de raíces y tallos. En plantas adultas aplicar periódicamente ya que sufren fuertes deterioros en su sistema radicular. RAYKAT ENRAIZADOR puede aplicarse en distintos cultivos tales como frutales de hueso y de pepita. Cítricos, cultivos tropicales, caña de azúcar, café, tabaco, flores y plantas ornamentales, banano (plátano), tomate, pimiento, chile, melón y sandía, lechuga, brócoli, coles remolacha, zanahoria, cebollas y ajo, fresa y papas, etc.

**f. Dosis de aplicación.**

RAYKAT ENRAIZADOR se aplica siempre disuelto en agua por cualquier sistema de riego, bien sea localizado, a manta o rodado, aspersión y pívot, o bien, en aplicaciones con tanque vía foliar u otros

Dejar los esquejes / estacas en remojo durante 8 horas en la solución, luego proceder al estaquillado.

**Tabla 5 — Dosis de aplicación de RAYKAT ENRAIZADOR.**

<b>Cultivo</b>	<b>En inmersión de estacas esquejes</b>	<b>En aplicación foliar</b>
<b>Frutales, hortícolas, cultivos leñosos, ornamentales.</b>	150 mL/10 L de agua	75 125 mL/100 L de agua.
<b>Semilleros, viveros L de agua.</b>		50 100 mL/100

Extraído de Tinco Mamani (2013)

**3.2.19 Ventajas y desventajas de la propagación vegetativa**

Condori Mendoza (2006), las principales ventajas y desventajas de la propagación vegetativa por estacas o ramillas, es:



**a. Ventajas**

- Es un método sencillo para desarrollar en campo.
- Es un sistema rápido de clonación.
- Es un mecanismo que permite clonar plantas similares al árbol donante de las ramillas.
- De un árbol adulto de cacao, de excelentes condiciones agronómicas y productivas, se puede obtener un buen número de ramillas.
- Requiere poca mano de obra.
- No requiere mano de obra especializada o calificada.
- Durante los 45 a 60 días que se encuentran tapadas las ramillas, no se realiza labor alguna.
- Después de dos meses cubiertas y dos descubiertas las nuevas plantas o clones están listas para trasplantar a campo.
- Menos tiempo para iniciar producción, al ser comparado con un híbrido o con un clon obtenido por injertación. El costo por planta clonada es muy bajo comparado con la clonación por injertación.

**b. Desventajas**

- Dificultad para ubicar plantas de cacao donantes de ramillas, cerca del vivero de multiplicación.
- Dificultad para la consecución de hormonas enraizantes de excelente calidad.
- Encontrar clones que tengan resistencia genética a ceratocystis.
- Exigencia en labores tales como la selección de las ramillas en cuanto a calidad, la aplicación de fungicidas, la humedad del sustrato y el sellado del plástico

**3.2.20 Medios usados para el enraizamiento de estacas**

**3.2.20.1 Tipos de sustratos usados comúnmente**

Según afirma Oliva Díaz (2006), hay diferentes tipos de sustratos de enraizamiento que se usan a nivel mundial, entre ellos el suelo con características propias de la especie, la arena de río, musgo turboso, musgo desmenuzado, vermiculita, perlita, piedra pómez, e inclusive el agua. Sin embargo, sí se busca simplicidad y economía es indispensable usar sustratos

de bajo costo y fácil adquisición, tales como arena, grava y aserrín, si bien los sustratos como vermiculita, perlita y turba, medios efectivos para el enraizamiento de estacas.

- **Suelo.** Se utiliza para plantar estacas de madera dura de especies deciduas y estacas de raíz. El suelo no se considera un medio adecuado para el enraizamiento de estacas suculentas, como la madera semidura y suave (Hartmann y Kester, 1988), por lo general se usa mezclado con otros sustratos.
- **Arena.** La arena es el medio de enraizamiento preferido, el cuál proporciona aireación y retención de agua adecuada, la apertura de hoyos, la inserción y la extracción de las estacas enraizadas son más fáciles. La arena es de bajo costo y fácil de obtener, debe ser lo suficientemente fina como para retener humedad alrededor de las estacas y bastante gruesa para permitir que el agua drene a través de esta (Hartmann y Kester, (1988).
- **Gravilla.** La gravilla natural o piedra de río, según sistema de clasificación Kobayashi, McConnell y Griffis (2007) se utiliza gravilla fina de (2.0 – 5.0 mm); se usa este sustrato solo o mezclado especialmente con arena observándose en la mayoría de los casos mejores resultados mezclados con arena.

### 3.2.20.2 Sustratos comerciales y alternativos

Pastor (2000) señala, dentro de los sustratos para uso inmediato; existen en el mercado productos comerciales con mezclas y proporciones variadas, algunos como: la marca PromixBX (musgo esfagnum, perlita y vermiculita) (Hartmann y otros 1975), también, Golden mix de Amafibra (productos a base de fibra de coco) y Plantmax, se utilizaron estos dos últimos en *Psidium guajava* y se logró 100% de enraizamiento. Actualmente, se vienen ensayando con algunos desechos agroindustriales locales como la pajilla de arroz carbonizada, la fibra de la fruta de la palma aceitera, el aserrín de las distintas especies forestales, los desechos de la fabricación de la cerveza, la fibra de coco, con lo que se espera optimizar el proceso de enraizamiento de

especies forestales nativas a escala masiva y el uso óptimo de residuos de la agroindustria local.

### 3.2.20.3 Sombreadores de ambientes de propagación

Hartmann y Kester (1988), indican que, en las estructuras cerradas, el uso de sombras hace que se tenga un mejor control de la temperatura, pues de otra manera, estas, se vuelven muy calientes. Los sombreadores o tinglados son estructuras de una altura aproximada de 2 metros, provistas generalmente de malla Rashell o Sarán (disponibles en diferentes densidades), que se colocan sobre los ambientes de propagación para proveer sombray regular el paso de la radiación solar y la temperatura hacia los ambientes. Es importante que el sombreador sobrepase al menos 2 m la longitud del ambiente.

## 3.3 Marco conceptual

- a) **Abono orgánico.** Es un compuesto de origen natural, resultado de la actividad biológica de la descomposición y conversión de la materia orgánica en abono, que posee los nutrientes esenciales para las plantas.
- b) **Agroforestería.** Forma de manejo de la vegetación que relaciona o integra la vegetación forestal (leñosa) a la actividad agropecuaria, brindando a esta última algún beneficio como resultado de tal integración.
- c) **Biodiversidad.** Variedad de especies animales y vegetales en su medio ambiente.
- d) **Bioestimulantes.** se definen como aquellos productos que son capaces de incrementar el desarrollo, producción y/o crecimiento de los vegetales.
- e) **Brotos.** se llama brote a los nuevos crecimientos de las plantas, que pueden incluir tallos, yemas y hojas.
- f) **Callos.** Dureza que, por presión, roce y a veces lesión se forma en tejidos vegetales.
- g) **Dosis.** Cantidad o porción de algo, material o inmaterial que se aplica en forma determinada a una especie hortícola.
- h) **Eficacia.** Es la capacidad de lograr o conseguir un resultado determinado por unidad de tiempo, área, volumen, etc. Es la capacidad de alcanzar resultados en función de objetivos, es decir, realizar todo lo propuesto ya sea profesional o personal, todos tenemos metas y de alguna manera se busca como alcanzarlas, entonces se es eficaz cuando se cumple el objetivo sin importar cuantos recursos se han utilizado.

- i) **Esquejes.** son fragmentos de plantas herbáceas que se estimulen para generar raíces, los esquejes pueden ser de hoja, tallo y rizomas
- j) **Estaca o esqueje.** Se llama estaca a un trozo de tallo o raíz de una planta madre, a partir de la cual se inicia una nueva planta cuando se coloca en condiciones favorables para su desarrollo. Dentro de esta forma de multiplicar existen varias técnicas que son utilizadas según la especie: estaquillas herbáceas, estaquillas de plantas perenniformes, estacas de madera dura y esquejes de raíz. Es un procedimiento muy empleado para la propagación de especies frutales y ornamentales.
- k) **Estacas.** La estaca es un método de propagación asexual que tiene como característica la reproducción de individuos iguales genotípicamente al progenitor. Se define como cualquier porción vegetativa que, separada de la planta madre, es capaz de formar una nueva planta.
- l) **Evaluación.** La evaluación hace referencia a un proceso por medio del cual alguna o varias características de un grupo de materiales o tratamientos, programas, etc. reciben la atención de quien evalúa, se analizan y se valoran sus características y condiciones en función de parámetros de referencia para emitir un juicio que sea relevante para el evaluador
- m) **Evaluar.** Es dar un valor, hacer una prueba, registro de apreciaciones
- n) **Fases fenológicas:** Es el estudio de los eventos periódicos naturales involucrados en la vida de las plantas como la emergencia, crecimiento, floración, maduración de los frutos y otros.
- o) **Formación radicular.** Se denomina sistema radical o sistema radicular al conjunto de raíces de una misma planta.
- p) **Hormona.** Sustancia que poseen los animales y los vegetales que regulan procesos corporales tales como el crecimiento, el metabolismo, la reproducción y el funcionamiento de distintos órganos.
- q) **Investigación.** Acción y efecto de investigar. La que tiene por fin ampliar el conocimiento científico, sin perseguir, en principio, ninguna aplicación práctica.
- r) **Prendimiento.** Es la acción de prender de nuevas yemas, hojas y raíces
- s) **Propagación.** cuando se desarrollan los órganos necesarios para constituirse en nuevos individuos a partir de la planta madre, es romper la dormancia de la semilla a través de técnicas físicoquímicas para obtener una nueva planta
- t) **Propagar.** Producir especies vegetales por semilla, estaca o esqueje.
- u) **Semilla.** Cualquier parte de la planta que se pueda obtener un nuevo individuo a través de diversos métodos de propagación.



- v) **Sustrato.** Es la materia orgánica o inorgánica como puede ser compost, turba, restos de coníferas, gravas, arenas, tierra volcánica, perlita, vermiculita, y otros que son utilizado para propagar diferentes tipos de semillas y enraizar esquejes. Es lo que da sostén a las raíces de la planta para un buen anclaje, debe ser poroso y con nutrientes para nutrir a la planta.
- w) **Variedad.** Una variedad, en botánica y agronomía, es una población de una especie mejorada genéticamente para su comercialización.
- x) **Vivero.** Área destinada a la cría y producción de plantones para establecer una plantación.

## CAPÍTULO IV

### METODOLOGÍA

#### 4.1 Tipo y nivel de investigación

##### 4.1.1 Tipo

El presente trabajo de investigación de acuerdo a las variables en estudio es de tipo cuantitativo, de acuerdo al enfoque es aplicativo y de acuerdo al tiempo es de tipo transeccional.

##### 4.1.2 Nivel

La investigación fue de nivel básico, descriptivo y experimental

#### 4.2 Diseño de la investigación

El diseño de investigación fue de post test y grupo control en un arreglo de bloques completos al azar, siendo su diseño de investigación fue el siguiente:

RUE1	X1	O1
RUE2	X2	O2
RUE3	X3	O3
RUE4	X3	O4

**Donde:**

**R:** Asignación aleatoria, es decir que las unidades elementales fueron asignadas de manera aleatoria a las unidades experimentales

**UEi:** Unidades experimentales

**Xi:** Tratamiento, estímulo o condición experimental

**Oi:** Una medición de las variables de las unidades elementales después de la aplicación del tratamiento o estímulo.

El experimento se realizó en un diseño de bloques completos al azar con cuatro repeticiones por tratamiento, siendo los factores en estudio los siguientes:

**a. Enraizadores**

- a. Sauce llorón (Salix babilónica)
- b. Sauce criollo (Salix humboldtiana)
- c. Raykat enraizador

**b. Tratamientos**

**T1:** Aplicación de extracto de sauce llorón: inmersión estacas por 1 hora en agua de infusión de 250 g./L

**T2:** Aplicación de extracto de sauce criollo: inmersión de estacas por 12 horas en agua de macerado de 625g./L

**T3:** Aplicación de RAYKAT ENRAIZADOR: inmersión de estacas en solución de 1.5 ml/L, durante 8 horas

**T4:** Testigo (sin enraizante)

**c. Arreglo de bloques y tratamientos**

El modelo lineal general para el DBCA es:

$$Y_{ijk} = \mu + M_i + G_j + e_{ijk}$$

**Donde:**

**Y<sub>ijk</sub>** = Es el k-ésimo elemento perteneciente al j-ésimo Tratamiento al i-ésimo bloque.

**μ** = es la media general

**M<sub>i</sub>** = es el efecto debido al i-ésimo bloque.

**G<sub>j</sub>** = es el efecto debido al j-ésimo tratamiento

**E<sub>ijk</sub>** = error experimental

El arreglo de datos para el procesamiento fue como se muestra en la siguiente tabla

**Tabla 6 — Arreglo de los datos en un DBCA**

Bloques	Tratamientos				Promedios
	T1	T2	T3	T4	
I	Y11	Y21	Y31	Y41	Y.1
II	Y12	Y22	Y32	Y34	Y.2
III	Y13	Y32	Y33	Y43	Y.3
IV	Y14	Y42	Y43	Y44	Y.4
Promedios	Y1.	Y2.	Y3.	Y4	Y

**d. Características de las unidades experimentales**

- Número de bloques : 4
- N° de Tratamientos : 4



- Ancho de Tratamiento : 0,60 m.
- Largo de Tratamiento : 2 m.
- Área de Tratamiento : 1,20m<sup>2</sup>
- Longitud de bloque : 4 m
- Ancho de bloque : 1,20 m
- Longitud total bloques : 8,0 m
- Ancho total bloques : 2,40 m
- Área neta bloques : 19,20 m<sup>2</sup>
- Longitud calles : 8,0 m
- Ancho calles : 0,50 m
- Área total calles : 4,0 m<sup>2</sup>
- Área total (bloques y calles) : 23,20 m<sup>2</sup>
- Total unidades elementales : 256 estacas

### 4.3 Población y muestra

#### 4.3.1 Población

Las características de la población estarán determinadas por 256 estacas.

#### 4.3.2 Muestra

El cálculo del tamaño de la muestra se determinó por el método probabilístico cuando se conoce el tamaño de la población, y se estimó para cada tratamiento tomando en consideración una prueba de 95 % de probabilidades y 5 % de error. Una variabilidad positiva y negativa ( $p=q$ ) del 50% y se aplicó la siguiente ecuación:

**Dónde:**

**Z:** nivel de confianza para el 95 % de probabilidades es 1.96

**$p=q$ :** variabilidad positiva y negativa para optimizar los errores tipo I y II e igual al 50 %.

**N:** población en estudio 265 estacas de buganvilla

**e:** error igual al 5 %

Reemplazando los valores se determinó 154 unidades elementales (estacas de buganvilla)

#### 4.3.3 Muestreo

El muestreo para las variables dependientes fue probabilístico mediante el método del Muestreo al Azar Simple (MAS)

#### **4.4 Procedimiento**

La conducción del presente trabajo de investigación, se inició con el acondicionamiento del vivero para el enraizamiento, luego la preparación del sustrato constituido por 100% arena de río.

El sustrato previamente fue desinfectado por solarización (para ello el sustrato fue humedecido y cubierto herméticamente con plástico transparente y expuesto a la insolación durante 7 días), luego se embolsó en bolsas de polietileno para vivero de 12 x 20.

Seguidamente se realizó el acondicionamiento de los bloques y parcelas dentro del vivero, efectuando el enfilado de las bolsas con sustrato, y la respectiva protección del vivero con malla rashel.

##### **4.4.1 Obtención de estacas (ramillas)**

La obtención de las varetas se realizó de la parte central de las ramas de la planta con hojas maduras, eligiéndose las ramas de un año de edad con ojos (yemas) durmientes en cantidad suficiente y uniformemente distribuidos, de manera faciliten la obtención de las estacas. Una vez elegida la rama, se procedió al corte, el mismo que fue realizado a partir del tercio medio en adelante por debajo del nudo.

El corte de las varetas en el momento de separar de la planta madre fue en bisel, luego se aplicó un sellante de pintura en los cortes realizados en la planta donante para evitar el posible ataque de enfermedades fungosas.

##### **4.4.2 Preparación y siembra**

Se prepararon las estacas o ramillas en un tamaño de 15 cm, para evitar la deshidratación de éstas se colocaron en un balde con agua limpia, el corte se realizó en bisel siempre por debajo de una yema. Las estacas antes de su siembra fueron tratados con los enraizantes previo a la siembra, y la siembra se realizó inmediatamente en el sustrato de arena de río con adecuada humedad.

Esta labor se efectuó en un solo día y en horas de la tarde cuando no había insolación, concluida la siembra se aplicó un riego ligero para estabilizar las estacas.

##### **4.4.3 Protección de las estacas**

La protección se realizó con malla rashel para evitar la insolación de las estacas y una vez concluida la siembra, se procedió a proteger las estacas con un plástico transparente cubriéndolas por completo para evitar la deshidratación de las hojas

y la misma estaca, de manera se pueda obtener el enraizado y brotación de las yemas sin mayores inconvenientes. Esta protección de plástico se retiró a los 45 días.

#### **4.4.4 Riegos**

Se realizó con regadera con agua de riego con una frecuencia de 2 veces por semana hasta que el sustrato se encuentre en capacidad de campo, dicho riego fue aplicado de la misma manera para todos los tratamientos estudiados.

#### **4.4.5 Control fitosanitario**

Se aplicó al tercer día, de manera preventiva insecticida para el control de pulgones y cigarritas y fungicida para el control de enfermedades, la dosis se repitió a los 30 días cuando las estacas habían brotado y desarrollando nuevas plantas.

#### **4.4.6 Control de malezas**

Se realizaron deshierbos manuales tanto en la parcela como en las bolsas que contenían las estacas con una frecuencia de una vez por semana hasta la finalización del experimento.

#### **4.4.7 Evaluaciones.**

Esta labor se efectuó a partir de los 45 días de haberse instalado las estacas. Se evaluaron las siguientes variable

##### **a) Número de estacas prendidas y tamaño inicial de brote.**

Para obtener el parámetro del número de estacas prendidas se contó el número de plantas prendidas a los 60 días después de la instalación de las estacas (ddi) y para el tamaño de brotes se realizó la medición a los 45 ddi con una regla milimetrada. Estas evaluaciones se llevaron a porcentaje a través de la aplicación de una regla de tres simples.

##### **b) Diámetro de tallo de brotes y número de hojas.**

Se tomaron las medidas de los brotes con la ayuda de un vernier a los 90, 105 y 120 ddi, al mismo tiempo se realizó el conteo de hojas de cada planta evaluada, luego se procedió a obtener los promedios de las tres mediciones realizadas.

##### **c) Tamaño final de brote.**

Se tomaron las medidas con vernier a los 120 ddi, luego se procedió a obtener la longitud promedio de las mediciones realizadas para cada tratamiento.

##### **d) Longitud y número de raíces.**



Se contó el número de raíces para cada tratamiento, luego se procedió a medir la longitud de las raíces mediante un vernier a los 120 ddi.

**e) Tiempo de enraizamiento.**

Se realizó por observación anotando el número de días de la formación de callos por estaca.

#### **4.5 Técnica e instrumentos**

Toda la información que se generó durante el proceso de ejecución del trabajo de investigación fue registrada en fichas de evaluación para cada unidad experimental y tratamiento, los datos se obtuvieron por observación, conteo y según el cuadro de operacionalización de variables, generando información secuencial y ordenada y así facilitar el procesamiento de los datos.

##### **4.5.1 Materiales y equipos de campo**

- Estacas
- Alambre
- Manguera
- Regadora
- Alicata
- Pitas (piolas)
- Arena de río
- Palas y picos
- Rastrillo
- Malla rashel
- Bolsas de polietileno
- Asperjadora 15 lt.
- Termómetro Biológico
- Plantas madre (donantes) de buganvilla
- Estacas o ramillas de buganvilla

##### **4.5.2 De oficina**

- Libreta de campo
- Material bibliográfico.
- Lápiz, lapicero
- Borradores
- CDs
- Marcadores
- Etiquetas
- Computador
- Impresora
- Papel Bond A4
- Cámara digital
- Flash Memory
- Calculadora
- Vernier

## 4.6 Análisis estadístico

### 4.6.1 Técnicas Estadísticas

Una vez concluido el trabajo experimental de campo, se procedió a la uniformización de datos, luego el respectivo procesamiento mediante el software SPSS – 18.

El método estadístico que se aplicó para en el procesamiento y análisis de datos tuvo la siguiente secuencia.

- 1) Recolección de datos (medición).
- 2) Recuento (cómputo).
- 3) Presentación.
- 4) Descripción.
- 5) Análisis.

### 4.6.2 Homogeneidad de varianzas

Se verificó dicha condición mediante la prueba de Levene que consiste en llevar a cabo un ANOVA de los factores utilizando como variable dependiente la diferencia en valor absoluto entre cada puntuación individual y la media (o mediana, o la media recortada) de su grupo. La regla para rechazar la hipótesis de homogeneidad fue si el valor p (Sig.) es menor que 0.05.

**Tabla 7 — Prueba de Homogeneidad de varianzas de las variables en estudio.**

Variables	Estadístico de Levene	gl	G12	Sig.
Porcentaje de prendimiento de estacas de buganvilla	2.22	3	12	.137
Número de brotes por estaca	1.45	3	12	.276
Tamaño de brotes	1.29	3	12	.321
Número de hojas por planta	1.99	3	12	.169
Tamaño de hojas por planta	1.77	3	12	.206
Número de raíces	.429	3	12	.736
Tamaño de las raíces	1.77	3	12	.205
Número de callos por estaca	.182	3	12	.907
Tiempo de enraizamiento	.440	3	12	.728

#### Hipótesis de homogeneidad:

Ho: Las varianzas de las variables en estudio son iguales

H1: Las varianzas de las variables en estudio son diferentes

Según la tabla 7. El valor de la significancia es mayor que 0.05 (Sig.>0.05) por lo tanto no podemos rechazar la hipótesis nula, por tanto, se acepta que las variables en estudio son iguales es decir homogéneas.



### 4.6.3 Normalidad de datos

Verifique mediante el uso del estadístico de ShapiroWilk que permite contrastar la hipótesis de que las muestras obtenidas proceden de una población normal (simétricas con forma de campana) para lo cual verifique para cada tratamiento que los datos provienen de una población con distribución normal.

La regla para rechazar la hipótesis de normalidad fue si el valor p (Sig.) es menor que 0.05, rechazamos la Hipótesis nula.

**Tabla 8 — Prueba de normalidad de las variables en estudio segun los tratamientos evaluados**

Variables	T1. Extracto de Sause lloron	T1. Extracto de Sause criollo	T1. Raykat enraizador	T4 testigo
Porcentaje de prendimiento de estacas de buganbilla <sup>a</sup>	.683	.999	.1	.1
Número de brotes por estaca <sup>a</sup>	.404	.696	.909	
Tamaño de brotes <sup>a</sup>	.209	.820	.927	
Número de hojas por planta <sup>a</sup>	.8	.884	.813	
Tamaño de hojas por planta <sup>a</sup>	.624	.381	.037	
Número de raíces <sup>a</sup>	.272	.24	.272	.1
Tamaño de las raíces <sup>a</sup>	.697	.402	.911	
Número de callos por estaca <sup>a</sup>	.1	.24	.683	.1
Tiempo de enraizamiento <sup>a</sup>	.995	.220	.577	

#### Hipótesis de normalidad

Ho: Los datos provienen de una distribución normal

H1: Los datos no provienen de una distribución normal

Al observar los niveles de significancia para cada variable y tratamiento se observa que los valores son mayores que 0.05 (Sig.>0.05) por lo que no se puede rechazar Ho, por tanto, se acepta que los datos provienen de una distribución normal.

Luego del cumplimiento de normalidad y homogeneidad de variables se procesaron los datos dando respuesta a los objetivos mediante los estadísticos descriptivos y la hipótesis de la investigación mediante la prueba de análisis de varianza y Tukey utilizando el software Excel, SPSS – 18 y para el procesamiento del texto se utilizó el software Word 2010 las citas fueron realizadas mediante la norma de redacción ISO 690 de autor y fecha



#### 4.6.4 Hipótesis estadísticas

La hipótesis se probó mediante la tabla ANOVA y el estadístico F de Fisher

Tabla 9 — Tabla de Nova

Modelo	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Media Cuadrática	Fc
Bloque	SCBL	b1	MCBL=SCBL/(b1)	MCTR
Tratamiento	SCTR	t1	MCTR=SCTR/(t1)	
Error	SCE	nbt+1	MCE=SCE/(nbt+1)	MCE
Total	SCT	n1		

**Donde:**

SCBL: Suma de cuadrados de bloque

SCTR: Suma de cuadrados de tratamiento

SCE: Suma de cuadrados del error

SCT: Suma de cuadrados del total

b: Número de bloques

t: Número de tratamientos

MCBL: Media cuadrática de bloques

MCTR: Media cuadrática de tratamientos

MCE: Media cuadrática del error experimental

Fc: Estadístico de F de Fisher calculado.

#### a) Hipótesis estadísticas

##### Formulación de hipótesis nulas y alternas

Posteriormente para la prueba de hipótesis se planteó las hipótesis nulas y alternas (hipótesis estadísticas) tomando en consideración las hipótesis de investigación tanto a nivel general como a nivel específico definiendo a partir de los promedios obtenidos en los tratamientos para cada variable de acuerdo al siguiente detalle:

##### Hipótesis para tratamientos

H1:  $\mu_1 \neq \mu_2 \neq \mu_3 \neq \mu_4$ ; (Existe un efecto atribuible a los tratamientos en la variable Xi)



$H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4$ ; (El efecto de los tratamientos en la variable  $X_i$  es el mismo)

**Donde:**

$H_1$ : Hipótesis alterna

$H_0$ : Hipótesis nula

$\mu_1$ : Promedio de las variables  $X_i$  en el tratamiento 1

$\mu_2$ : Promedio de las variables  $X_i$  en el tratamiento 2

$\mu_3$ : Promedio de las variables  $X_i$  en el tratamiento 3

$\mu_4$ : Promedio de las variables  $X_i$  en el tratamiento 4

**Hipótesis para bloques**

$H_1: \beta_1 \neq \beta_2 \neq \beta_3 \neq \beta_4$ ; (Existe un efecto atribuible a los bloques en la variable  $X_i$ )

$H_0: \beta_1 = \beta_2 = \beta_3 = \beta_4$ ; (El efecto de los bloques en la variable  $X_i$  es el mismo)

**Donde:**

$\beta_1$ : Promedio de las variables  $X_i$  en el bloque 1

$\beta_2$ : Promedio de las variables  $X_i$  en el bloque 2

$\beta_3$ : Promedio de las variables  $X_i$  en el bloque 3

$\beta_4$ : Promedio de las variables  $X_i$  en el bloque 4

**b) Estadístico**

La selección del estadístico para la prueba de hipótesis, fue mediante la significancia (Sig.) definido como la máxima probabilidad de cometer el error tipo I, fijando alfa en 0.05, luego se tomó la decisión de rechazar la hipótesis nula ( $H_0$ ) si la significancia de la tabla ANOVA es menor que 0.05 (Sig.< 0.05).

**c) Nivel de significancia**

El nivel de significancia definido fue de 0.05 para la prueba de hipótesis para cada factor independiente.

Para la prueba de comparación múltiple de promedios con el método de Tukey el nivel de significancia también fue de 0.05



**d) Región crítica o regla de decisión**

Se contrastó las hipótesis nula  $H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4$  frente a la hipótesis alterna  $H_1: \mu_1 \neq \mu_2 \neq \mu_3 \neq \mu_4$

**e) Condiciones para rechazar o aceptar las hipótesis**

Se rechazó  $H_0$  cuando el valor de la significancia (Sig.)  $< 0,05$

## CAPÍTULO V RESULTADOS Y DISCUSIONES

### 5.1 Análisis de resultados

A continuación, se describe los resultados para cada uno de los objetivos observados por efecto de la aplicación de los tratamientos

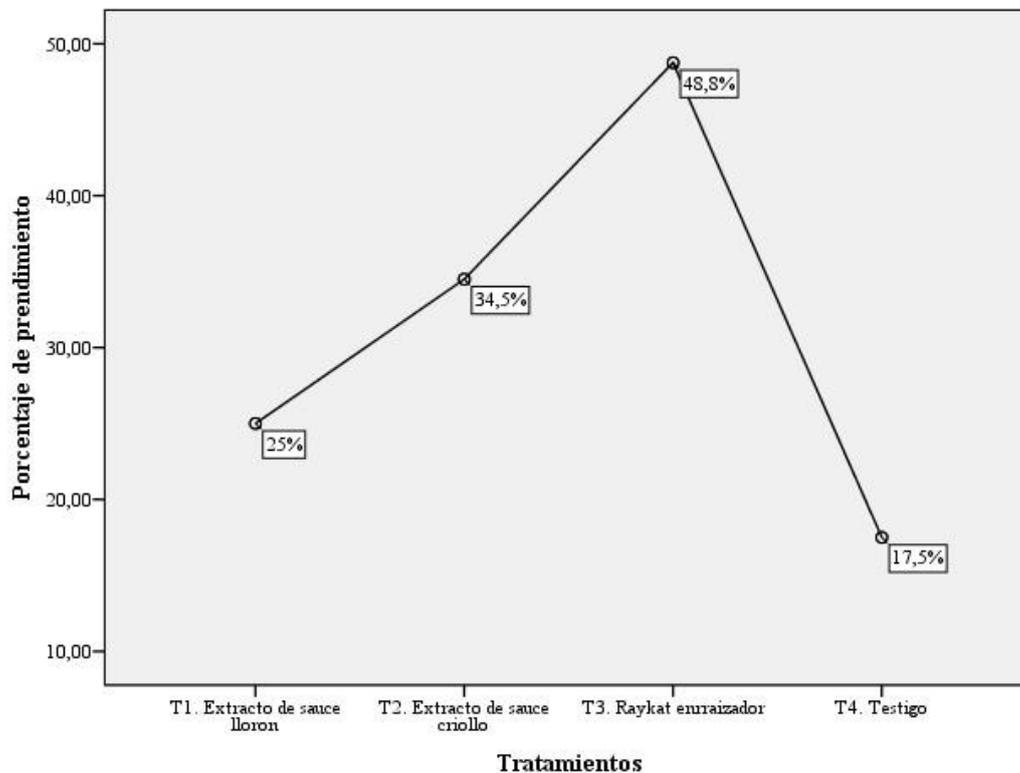
#### 5.1.1 Prendimiento de estacas de buganvilla

La evaluación se realizó hasta los 60 días después de la instalación de las estacas en el vivero, los resultados se expresan a continuación en porcentajes.

**Tabla 10 — Estadísticos descriptivos del prendimiento de estacas de buganvilla según tratamientos.**

Tratamientos	Media Desv TIP.	Intervalo de confianza para la media al 95%		
		Límite inferior		Límite superior
T1. Extracto de sauce lloron	25.0000	4.89898	17.2046	32.7954
T2. Extracto de sauce criollo	34.5000	12.97433	13.8549	55.1451
T3. Raykat enraizador	48.7500	9.50000	33.6334	63.8666
T4. Testigo	17.5000	3.00000	12.7263	22.2737

Los mejores resultados de prendimiento de estacas de buganvilla a los 60 días después de la instalación se logró con el tratamiento a base de Raykat enraizador (T3) con un valor de 48.8%, luego el tratamiento a base de extracto de sauce criollo (T2) que logró 34.5% de prendimiento, después el tratamiento a base de extracto de sauce lloron (T1) que alcanzó un 25% de prendimiento dichos tratamientos fueron superiores al tratamiento testigo (T4) que para el mismo tiempo (60 dd) alcanzó un prendimiento de 17.5%



**Figura 7 — Perfil histograma del porcentaje de prendimiento de estacas de buganvilla según tratamientos**

A su vez la tabla 10, muestra que el verdadero promedio para el tratamiento T3 se encuentra entre 33.63% a 63.87% al 95% de probabilidades y tiene una variabilidad de más o menos de 9.5% en dicho tratamiento. En el tratamiento T2 el verdadero promedio para la media se registró entre 13.85 % a 55.16% y tiene una variabilidad mayor en relación a los otros tratamientos en estudio, para el tratamiento testigo (T4) el verdadero promedio para el prendimiento de estacas de buganvilla fue de 12.73% a 22.27% sin embargo su comportamiento fue más homogéneo respecto de los demás tratamientos en estudio (Desv. tip. = 3.00).

### 5.1.2 Crecimiento de la parte aérea de estacas de buganvilla (*Bougainvillea* sp.)

El crecimiento de la parte aérea de estacas de buganvilla fue evaluado hasta los 120 días después de la instalación, el crecimiento está representado por la cantidad de brotes, tamaño de brotes, cantidad de hojas y tamaño de hojas y los resultados se muestran a continuación

a) Cantidad de brotes

Tabla 11 — Estadísticos descriptivos del número de brotes por estaca de buganvilla según tratamiento.

Tratamientos	Media desv. Tip.	Intervalo de confianza 95%		
		Límite inferior		Límite superior
T1. Extracto de sauce llorón	9,750	4,500	2,86	16,636
T2. Extracto de sauce criollo	14,750	8,958	7,86	21,636
T3. Raykat enraizador	20,750	6,397	13,8	27,636
T4. Testigo	6,000	1,826	,886	12,886

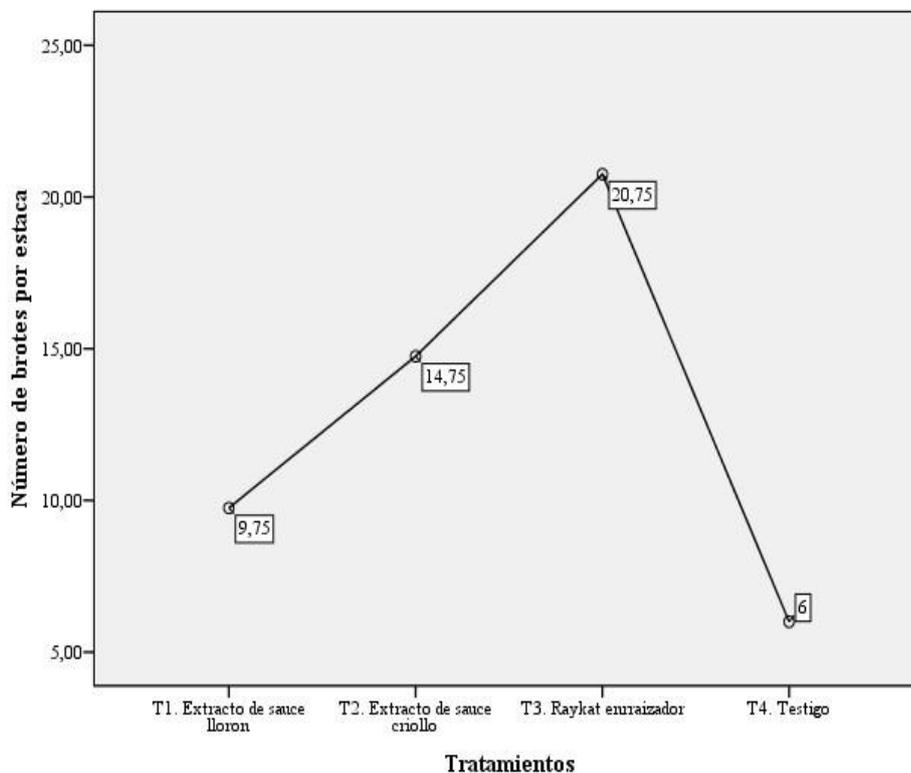


Figura 8 — Perfil histograma del número de brotes por estaca de buganvilla según tratamientos

En la tabla 11 y figura 8, se aprecia que el tratamiento a base de Raykat enraizador (T3) tienen mayor efecto en el número de brotes por estaca de buganvilla ya que alcanzó el promedio de 20.750 brotes/estaca con una variabilidad de  $\pm 6.397$  brotes/estaca y el verdadero promedio para el tratamiento T3 fue de 13.864 a 27.636 brotes/estaca y en orden decreciente continua el tratamiento a base de extracto de sauce criollo (T2) que induce a 14.750

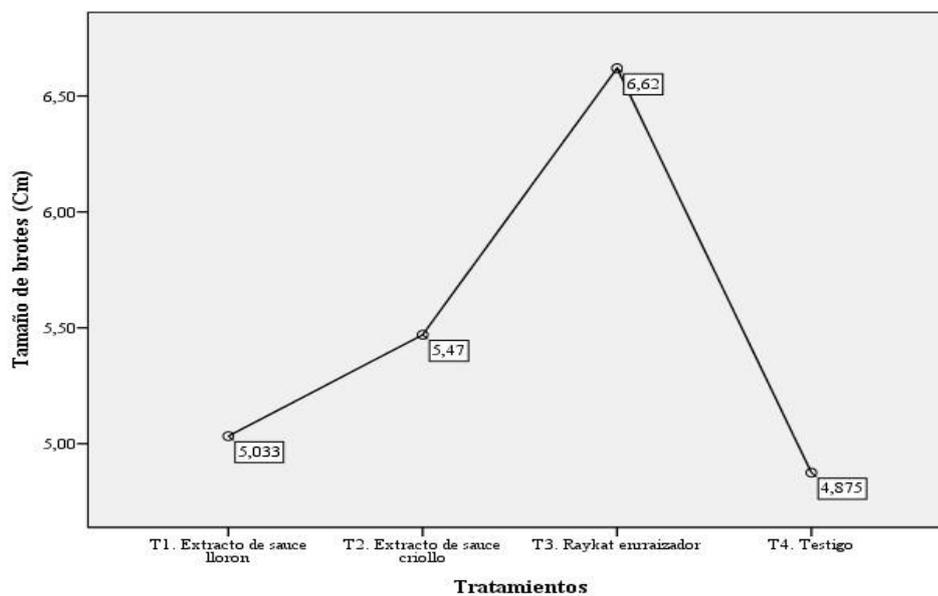


brotos/estaca con una variabilidad  $\pm 8.958$  luego el tratamiento a base de extracto de sauce llorón que alcanzó un efecto promedio de 9.750 brotes/estaca, dichos tratamientos son superiores al tratamiento testigo que alcanzó el promedio de 6 brotes/estaca con un comportamiento es más homogéneo (Desv. tip = 1.826)

**b) Tamaño de brotes**

**Tabla 12 — Estadísticos descriptivos del tamaño de brotes por estaca de buganvilla según tratamiento**

Tratamientos	Media desv. Tip.	Intervalo de confianza 95%		
		Límite inferior		Límite superior
T1. Extracto de sauce llorón	5,033	0,543	3,867	6,198
T2. Extracto de sauce criollo	5,470	1,209	4,305	6,635
T3. Raykat enraizador	6,620	0,620	5,455	7,785
T4. Testigo	4,875	1,300	3,710	6,040



**Figura 9 — Perfil histograma del tamaño de brotes por estaca de buganvilla según tratamientos.**

En la tabla 12 y figura 9 se aprecia que el tratamiento a base de Raykat enraizador es el que tiene mayor efecto en el crecimiento de los brotes de buganvilla ya que alcanza el valor promedio de 6.620 cm a su vez que tiene un comportamiento homogéneo de 0.62 cm en orden decreciente continúa el tratamiento a base de extracto de sauce criollo (T2) que alcanza un promedio de 5.47 cm, después el



tratamiento a base de extracto de sauce llorón (T1) que induce un tamaño de 5.033 cm en los brotes de buganvilla, dichos tratamientos son superiores a los obtenidos en el tratamiento testigo (T4) que alcanza un promedio de tamaño de brotes de 4.875 cm y con crecimiento heterogéneo (Desv.tip.=1.3).

El verdadero tamaño para los brotes a un nivel de significancia de 95% se tiene según el tratamiento T3 entre 5.45cm a 7.78cm, el tratamiento T2 entre 4.305cm a 6.635cm, el tratamiento T1 entre 3.867cm a 6.198 cm y el tratamiento testigo (T4) en 3.710cm a 6.040 cm.

**c) Cantidad de hojas**

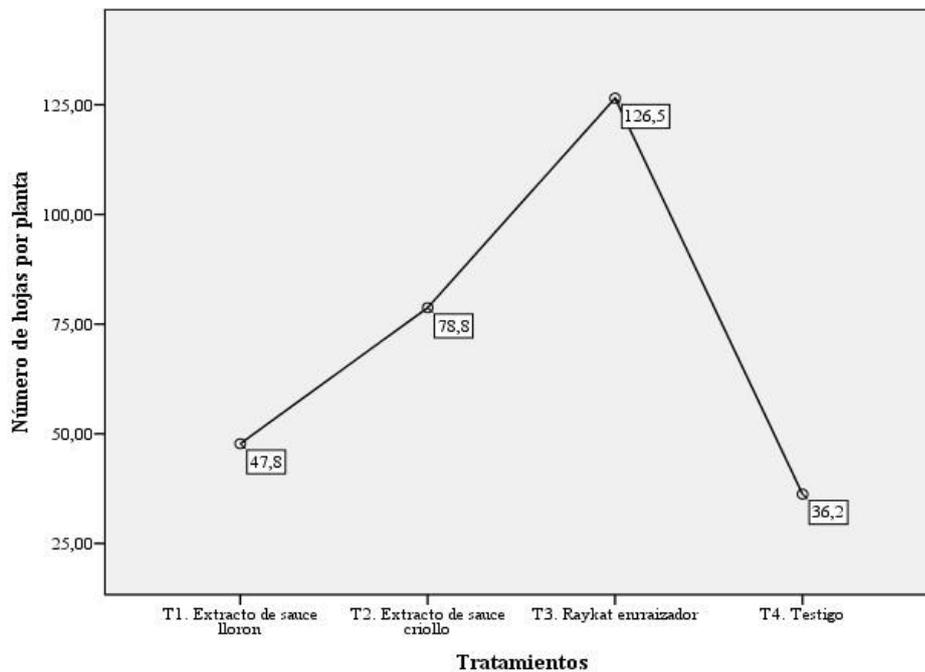
Fue evaluada hasta los 120 días después de la instalación los resultados fueron los siguientes:

**Tabla 13 — Estadísticos descriptivos de número de hojas por planta de buganvilla según tratamiento**

Tratamientos	Media desv. Tip.	Intervalo de confianza 95%		
		Límite inferior		Límite superior
T1. Extracto de sauce llorón	47,750	12,203	22,61	72,885
T2. Extracto de sauce criollo	78,750	29,033	53,61	103,885
T3. Raykat enraizador	126,500	31,754	101,3	151,635
T4. Testigo	36,250	8,461	11,11	61,385

En la tabla 13 y figura 10 se aprecia que el enraizador Raykat tienen mayor promedio en el número de hojas por planta con 126.5 hojas/planta y en orden decreciente sigue el tratamiento a base de extracto de sauce criollo (T2) con 78.8 hojas/planta, luego el tratamiento a base de extracto de sauce llorón (T1) con 47.8 hojas/planta, dichos tratamiento son superiores respecto al tratamiento testigo que alcanzo un promedio de 36.2 hojas/planta.





**Figura 10 — Perfil histograma del número de hoja por planta de buganvilla según tratamientos**

A su vez la tabla 13, muestra que el verdadero promedio del número de hojas para el tratamiento T3 se encuentra entre 101,365 a 151,635 hojas/planta con una variabilidad de  $\pm 31,754$ hojas, el tratamiento T2 entre 53,615 a 103,885 hojas/planta con una variabilidad de  $\pm 29,033$  hojas, en el tratamiento testigo (T4) el verdadero promedio se encuentra entre 11,115 a 61,385 y una variabilidad inferior a los demás tratamientos evaluados con  $\pm 8,461$  hojas/planta.

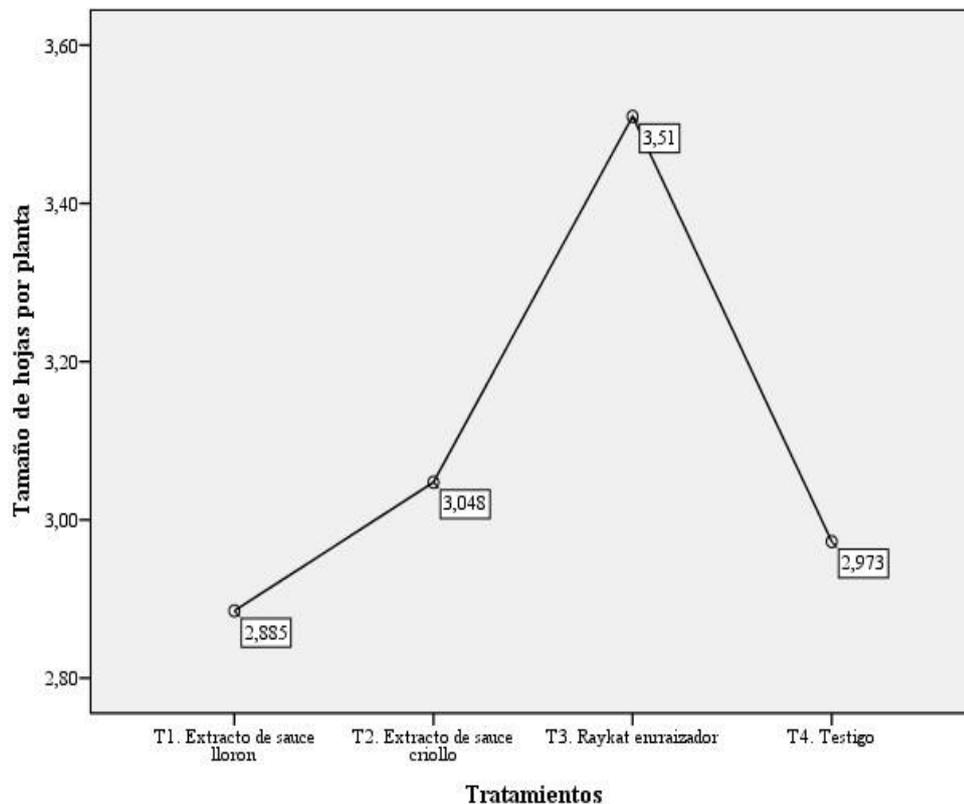
**d) Tamaño de hojas**

Fue evaluada hasta los 120 días después de la instalación de las estacas de buganvilla, los resultados se muestran a continuación.

**Tabla 14 — Estadísticos descriptivos del tamaño de hojas por planta de buganvilla según tratamientos**

Tratamientos	Media desv. Tip.	Intervalo de confianza 95%		
		Límite inferior		Límite superior
T1. Extracto de sauce llorón	2,885	0,5262	2,433	3,337
T2. Extracto de sauce criollo	3,048	0,35939	2,595	3,500
T3. Raykat enraizador	3,510	0,15470	3,058	3,962
T4. Testigo	2,973	0,48224	2,520	3,425





**Figura 11 — Perfil histograma del tamaño de hojas por planta de buganvilla según tratamientos**

En la tabla 14 y figura 11, se aprecia que el tratamiento a base de Raykat enraizador es el que tiene mayor efecto en el crecimiento de las hojas de buganvilla ya que alcanza el valor promedio de 3.51 cm a su vez que tiene un comportamiento homogéneo de  $\pm 0.15$  cm en orden decreciente continúa el tratamiento a base de extracto de sauce criollo (T2) que alcanza un promedio de 3.048 cm, después el tratamiento testigo (T4) que induce un tamaño de 2.973 cm en las hojas de buganvilla, dichos tratamientos son superiores a los obtenidos en el tratamiento a

base de extracto de sauce llorón (T1) que alcanza un promedio de tamaño de hojas de 2.885 cm y con crecimiento homogéneo de  $\pm 0.52621$  cm.

El verdadero tamaño para las hojas a un nivel de significancia de 95% se tiene según el tratamiento T3 entre 3.058cm a 3.962cm, el tratamiento T2 entre 2.595 cm a 3.500 cm, el tratamiento testigo (T4) en 2.520 cm a 3.425 cm y el tratamiento T1 entre 2,433 cm a 3,337 cm

### 5.1.3 Crecimiento radicular de estacas de buganvilla (*Bougainvillea* sp.).

Fue evaluado hasta 120 días después de la instalación del experimento el crecimiento radicular de las plantas de buganvilla está representado por la cantidad de raíces, tamaño



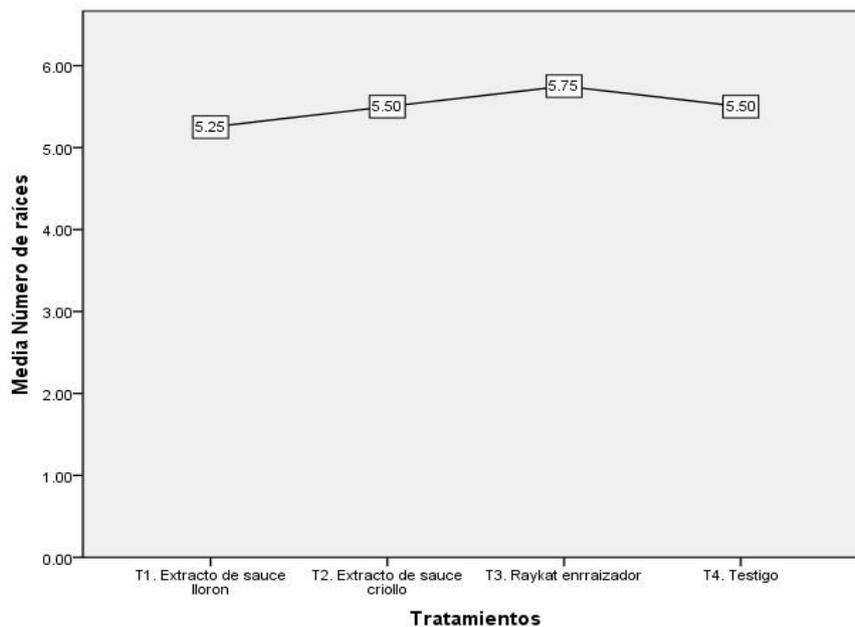
de raíces, número de callos en las estacas y el tiempo de enraizamiento, los resultados se muestran a continuación

a) Cantidad de raíces

**Tabla 15 — Estadísticos descriptivos del número de raíces por planta de buganvilla según tratamientos**

Tratamientos	Media desv. Tip.	Intervalo de confianza 95%		
		Límite inferior		Límite superior
T1. Extracto de sauce llorón	5,250	0,957	4,240	5,760
T2. Extracto de sauce criollo	5,500	0,577	4,240	5,760
T3. Raykat enraizador	5,750	0,957	4,990	6,510
T4. Testigo	5,500	1,000	4,740	6,260

En la tabla 15 y figura 12, se aprecia que el enraizador Raykat tienen mayor promedio en el número de raíces por planta con 5.75 raíces/planta y en orden decreciente siguen los tratamientos a base de extracto de sauce criollo (T2) y el tratamiento testigo (T4) con 5.50 raíces/planta, luego el tratamiento a base de extracto de sauce llorón (T1) con 5.25 raíces/planta



**Figura 12 — Perfil histograma del número de raíces por planta de buganvilla según tratamientos**

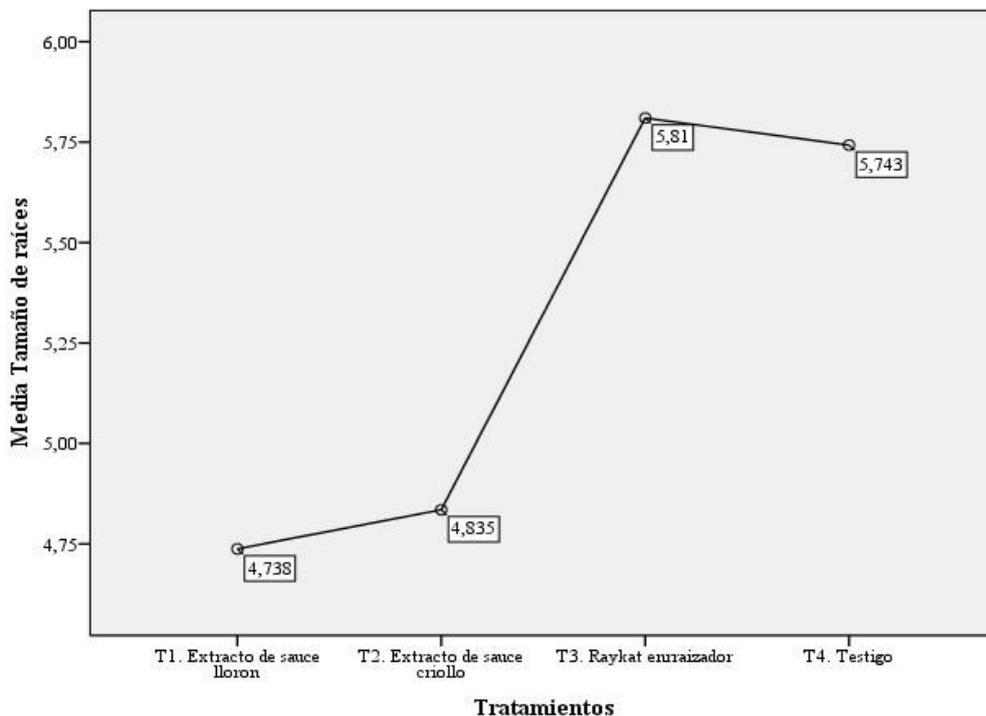
A su vez la tabla 15, muestra que el verdadero promedio del número de raíces por planta para el tratamiento T3 se encuentra entre 4.99 a 6.51 raíces/planta con una variabilidad de  $\pm$

0,957 raíces, el tratamiento T2 entre 4,240 a 5,760 raíces/planta con una variabilidad de  $\pm$  0,577 raíces, en el tratamiento testigo (T4) el verdadero promedio se encuentra entre 4,740 a 6,260 y una variabilidad de  $\pm$ 1,000 raíces/planta

**b) Tamaño de raíces**

**Tabla 16 — Estadísticos descriptivos del tamaño de raíces por planta de buganvilla según tratamientos**

Tratamientos	Media desv. Tip.	Intervalo de confianza 95%		
		Límite inferior		Límite superior
T1. Extracto de sauce llorón	4,738	0,249	3,692	5,760
T2. Extracto de sauce criollo	4.835	0,841	3,790	5,760
T3. Raykat enraizador	5,810	0,722	4,990	6,510
T4. Testigo	5,743	1,299	4,740	6,260



**Figura 13 — Perfil histograma del tamaño de raíces por planta de buganvilla según tratamientos**



En la tabla 16 y figura 13, se aprecia que el tratamiento a base de Raykat enraizador es el que tiene mayor efecto en el crecimiento de raíces de buganvilla ya que alcanza el valor promedio de 5.81 cm a su vez que tiene un comportamiento homogéneo de  $\pm 0,722$  cm en orden

decreciente continúa el tratamiento testigo (T4) con 5,743 cm, después el tratamiento a base de extracto de sauce criollo (T2) que alcanza un promedio de 4.835 cm, después el tratamiento a base de extracto de sauce llorón (T1) que induce un tamaño de 4.738 cm en las raíces de buganvilla, con variabilidad de  $\pm 0.249$  cm.

El verdadero tamaño para las raíces a un nivel de significancia de 95% se tiene según el tratamiento T3 entre 4,765 cm a 6,855 cm, el tratamiento T2 entre 3,790 cm a 5,880 cm, el tratamiento testigo (T4) en 4,697 cm a 6,788 cm y el tratamiento T1 entre 3,692 cm a 5,783 cm

c) **Número de callos en las estacas**

**Tabla 17 — Número de callos en las estacas.**

Tratamientos	Media desv. Tip.	Intervalo de confianza 95%		
		Límite inferior		Límite superior
T1. Extracto de sauce llorón	4,750	0,500	4,217	5,283
T2. Extracto de sauce criollo	4.500	0,577	3,967	5,033
T3. Raykat enraizador	5,000	0,816	4,467	5,533
T4. Testigo	4,750	0,500	4,217	5,283

A su vez la tabla 17 muestra que el verdadero promedio del número de callos por estaca para el tratamiento T3 se encuentra entre 4,467 a 5,533 callos/estaca con una variabilidad de  $\pm$

0,816 callos, el tratamiento T2 entre 3,967 a 5,033 callos/estaca con una variabilidad de  $\pm 0,577$  callos por estacas, en el tratamiento testigo (T4) el verdadero promedio se encuentra entre 4,217 a 5,283 y una variabilidad de  $\pm 0,500$  callos/estaca.



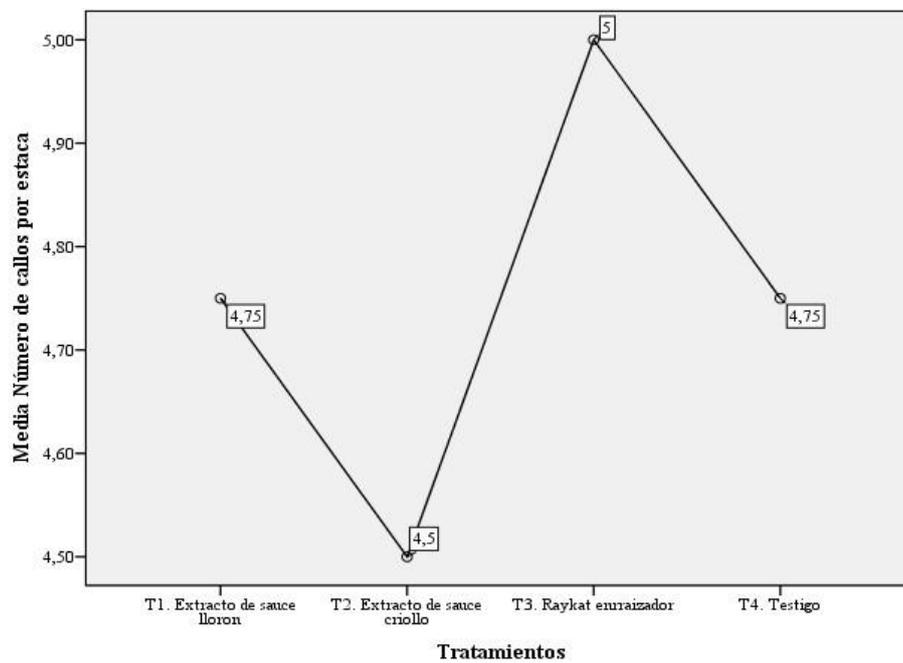


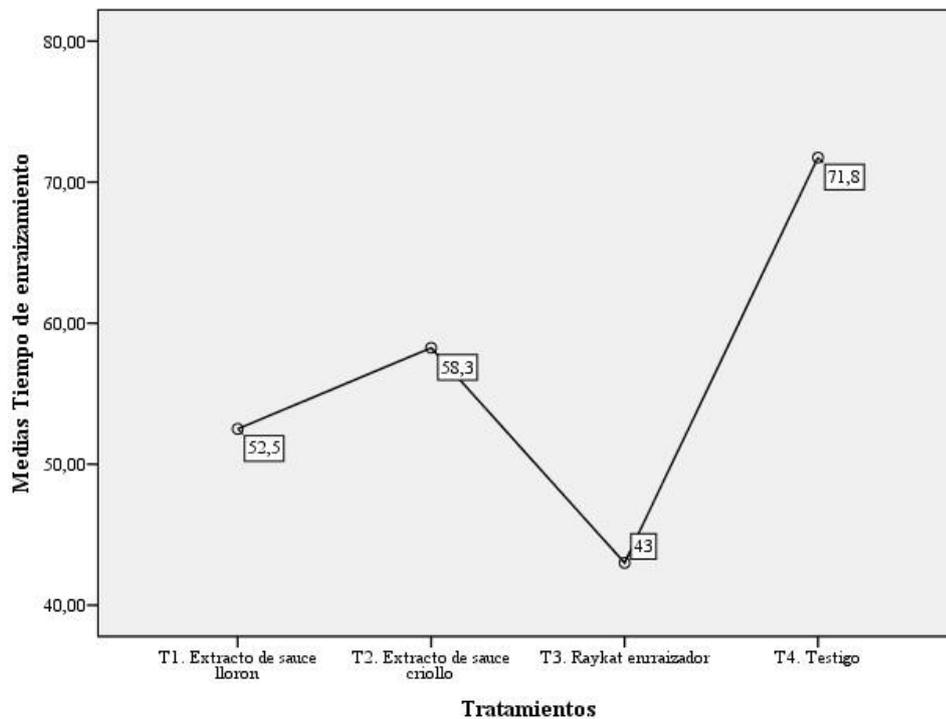
Figura 14 — Perfil histograma del número de callos por estaca de buganvilla según tratamientos

d) Tiempo del enraizamiento

Tabla 18 — Estadísticos descriptivos del tiempo de enraizamiento de estacas de buganvilla según tratamientos

Tratamientos	Media desv. Tip.	Intervalo de confianza 95%		
		Límite inferior		Límite superior
T1. Extracto de sauce llorón	52,500	2,082	50,58	54,413
T2. Extracto de sauce criollo	58,250	2,363	56,33	60,163
T3. Raykat enraizador	43,000	2,160	41,08	44,913
T4. Testigo	71,750	1,258	69,83	73,663





**Figura 15 — Perfil histograma del tiempo de enraizamiento de estacas de buganvilla según tratamientos**

En la tabla 18 y figura 15 se observa que el menor tiempo de enraizamiento para las estacas de buganvilla es para el tratamiento Raykat enraizador (T3) con 43 un promedio de 43 días, luego en orden creciente sigue el tratamiento a base de extracto de sauce llorón (T1) con un promedio de 52.5 días, después el tratamiento a base de extracto de sauce criollo (T2) con un promedio de 58.3 días y en último lugar se tiene el tratamiento testigo (T4) que obtuvo un tiempo de enraizamiento de 71.8 días promedio.

En la tabla 20 también se observa que el verdadero promedio para el tiempo de enraizamiento de estacas de buganvilla para el tratamiento T3 es entre 41,087 a 44,913 días, para el tratamiento T2 entre 56,337 a 60,163 días, para el tratamiento T1 entre 50,587 a 54,413 días y para el tratamiento testigo entre 69,837 a 73,663 días

## 5.2 Contrastación de hipótesis (si corresponde)

### 5.1.4 Efecto de enraizadores en el crecimiento de la parte aérea de estacas de buganvilla (*Bougainvillea spp.*)

Para determinar el efecto de los tratamientos (enraizadores) en el crecimiento de la parte aérea de estacas de buganvilla se evaluó los indicadores del número de brotes, tamaño de brotes, número de hojas y tamaño de hojas, los resultados se muestran a continuación:

#### a) Número de brotes por estaca.

Se plantean las siguientes hipótesis estadísticas:

- **Para el modelo.**

H<sub>0</sub>: El modelo general no es lineal de la forma:  $Y_{ij} = \mu + T_i + \beta_j + e_{ij}$

H<sub>1</sub>: El modelo general es lineal de la forma:  $Y_{ij} = \mu + T_i + \beta_j + e_{ij}$

**Dónde:**

$Y_{ij}$  = es la j-ésima parcela dentro del i-ésimo tratamiento.

$\mu$  = es la media general del número de brotes por estacas de buganvilla

$T_i$  = efecto debido al i-ésimo tratamiento.

$\beta_j$  = efecto del j-ésimo bloque.

$e_{ij}$  = error experimental asociado al j-ésimo bloque del i-ésimo tratamiento.

- **Para tratamientos.**

Hipótesis nula H<sub>0</sub>:  $\mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4$

Hipótesis alterna H<sub>1</sub>:  $\mu_1 \neq \mu_2 \neq \mu_3 \neq \mu_4$

**Donde:**

$\mu_1$  = Promedio del número de brotes por estacas de buganvilla en el tratamiento 1

$\mu_2$  = Promedio del número de brotes por estacas de buganvilla en el tratamiento 2.

$\mu_3$  = Promedio del número de brotes por estacas de buganvilla en el tratamiento 3.

$\mu_4$  = Promedio del número de brotes por estacas de buganvilla en el tratamiento testigo.

- **Para bloques.**

Hipótesis nula H<sub>0</sub>:  $\beta_1 = \beta_2 = \beta_3 = \beta_4$

Hipótesis alterna H<sub>1</sub>:  $\beta_1 \neq \beta_2 \neq \beta_3 \neq \beta_4$

**Donde:**



$\beta$  1 = Promedio del número de brotes por estacas de buganvilla en el bloque I.

$\beta$  2 = Promedio del número de brotes por estacas de buganvilla en el bloque II.

$\beta$  3 = Promedio del número de brotes por estacas de buganvilla en el bloque III.

$\beta$  4 = Promedio del número de brotes por estacas de buganvilla en el bloque IV.

Para probar las hipótesis planteadas tanto para el modelo, tratamientos y bloques se realizó la prueba de análisis de variancia cuyos resultados a un nivel de confianza para la prueba de 95% se muestra a continuación

**Tabla 19 — Análisis de variancia del número de brotes por estaca de buganvilla**

Origen	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo	3217,438 <sup>a</sup>	7	459,634	12,402	,001
Tratamientos	490,188	3	163,396	4,409	,036
Bloques	100,687	3	33,562	,906	,476
Error	333,563	9	37,063		
Total	3551,000	16			

**El modelo.**

En la tabla 19 se observa que el valor *p* es menor que el valor de la probabilidad asumida (Sig. = 0.001 < alfa = 0.05) lo que lleva al rechazo de la hipótesis nula, por tanto se acepta la hipótesis alterna concluyendo que el modelo general es lineal y cumple con los supuestos planteados para el diseño de bloques completos al azar (DBCA) Además la variable dependiente está relacionada con las variables independientes en un 90.6% es decir que existe un efecto atribuible a la aplicación de los tratamientos en estudio.

**Tratamientos.**

El valor *p* es menor que la significancia asumida (Sig = 0,036 < alfa = 0,05) por tanto se rechaza *H*<sub>0</sub> y se concluye que existen efectos atribuibles al uso de tres enraizadores en el número de brotes por estacas



de buganvilla (*Bougainvillea* spp.) en condiciones de vivero en el distrito de Chuquibambilla, provincia de Grau.

Con el objetivo de establecer cuál enraizador tiene mayor efecto sobre el número de brotes por estacas de buganvilla se realiza la comparación de promedios mediante la diferencia significativa honesta de Tukey para un nivel de probabilidad de 95% cuyos resultados se muestran a continuación.

**Tabla 20 — Prueba de Tukey al 95%, para la variable número de brotes por estacas de buganvilla**

Tratamientos	N	Subconjunto	
		1	2
T4. Testigo	4	6,0000	
T1. Extracto de sauce llorón	4	9,7500	9,7500
T2. Extracto de sauce criollo	4	14,7500	14,7500
T3. Raykat enraizador	4		20,7500
Sig.		0,246	0,117

Según la tabla 20, en el sub conjunto homogéneo se observa que la aplicación de 1.5 ml/L de Raykat, 625 g/L de extracto de sauce criollo y 250 g/L de extracto de sauce llorón son iguales y superiores al tratamiento testigo (T4) a su vez que tienen el mismo efecto sobre el número de brotes por estacas de buganvilla con promedios de 20.75, 14.75 y 9.75 brotes por estaca respectivamente.

La aplicación de 625 g/L de extracto de sauce criollo y la aplicación de 250 g/L de extracto de sauce llorón son iguales estadísticamente y tiene el mismo efecto sobre el número de brotes por estaca de buganvilla, a su vez dichos tratamientos son superiores al tratamiento testigo.

**b) Tamaño de brotes por estaca de buganvilla.**

Se plantean las siguientes hipótesis estadísticas:

- **Para el modelo.**

H0: El modelo general no es lineal de la forma:  $Y_{ij} = \mu + T_i + \beta_j + e_{ij}$



H1: El modelo general es lineal de la forma:  $Y_{ij} = \mu + T_i + \beta_j + e_{ij}$

**Dónde:**

$Y_{ij}$  = es la j-ésima parcela dentro del i-ésimo tratamiento.

$\mu$  = es la media general del tamaño de brotes por estacas de buganvilla

$T_i$  = efecto debido al i-ésimo tratamiento.

$\beta_j$  = efecto del j-ésimo bloque.

$e_{ij}$  = error experimental asociado al j-ésimo bloque del i-ésimo tratamiento.

- **Para tratamientos.**

Hipótesis nula  $H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4$

Hipótesis alterna  $H_1: \mu_1 \neq \mu_2 \neq \mu_3 \neq \mu_4$

**Donde:**

$\mu_1$  = Promedio del tamaño de brotes por estacas de buganvilla en el tratamiento 1.

$\mu_2$  = Promedio del tamaño de brotes por estacas de buganvilla en el tratamiento 2.

$\mu_3$  = Promedio del tamaño de brotes por estacas de buganvilla en el tratamiento 3.

$\mu_4$  = Promedio del tamaño de brotes por estacas de buganvilla en el tratamiento testigo.

- **Para bloques.**

Hipótesis nula  $H_0: \beta_1 = \beta_2 = \beta_3 = \beta_4$

Hipótesis alterna  $H_1: \beta_1 \neq \beta_2 \neq \beta_3 \neq \beta_4$

**Donde:**

$\beta_1$  = Promedio del tamaño de brotes por estacas de buganvilla en el bloque I.

$\beta_2$  = Promedio del tamaño de brotes por estacas de buganvilla en el bloque II.

$\beta_3$  = Promedio del tamaño de brotes por estacas de buganvilla en el bloque III.

$\beta_4$  = Promedio del tamaño de brotes por estacas de buganvilla en el bloque IV.



Para probar las hipótesis planteadas tanto para el modelo, tratamientos y bloques se realizó la prueba de análisis de variancia cuyos resultados a un nivel de confianza para la prueba de 95% se muestra a continuación.

**Tabla 21 — Prueba de Tukey al 95%, para la variable número de brotes por estacas de buganvilla**

Tratamientos	N	Subconjunto	
		1	2
T4. Testigo	4	6,0000	
T1. Extracto de sauce llorón	4	9,7500	9,7500
T2. Extracto de sauce criollo	4	14,7500	14,7500
T3. Raykat enraizador	4		20,7500
Sig.		,246	,117

a. R cuadrado = .981 (R cuadrado corregida = .966)

### El modelo.

En la tabla 21 se observa que el valor  $p$  es menor que el valor de la probabilidad asumida ( $\text{Sig.} = 0.000 < \alpha = 0.05$ ) lo que lleva al rechazo de la hipótesis nula, por tanto, se acepta la hipótesis alterna concluyendo que el modelo general es lineal y cumple con los supuestos planteados para el diseño de bloques completos al azar (DBCA). Además, la variable dependiente está relacionada con las variables independientes en un 98.1%

### Tratamientos.

El valor  $p$  es mayor que la significancia asumida ( $\text{Sig} = 0,141 > \alpha = 0,05$ ) por tanto se acepta  $H_0$  y se concluye que no existen efecto atribuible al uso de los enraizadores en el tamaño de brotes por estacas de buganvilla (*Bougainvillea* spp.) en condiciones de vivero en el distrito de Chuquibambilla, provincia de Grau.

### Bloques.

El valor  $p$  es mayor que la significancia asumida ( $\text{Sig} = 0,770 > \alpha = 0,05$ ) por tanto se acepta  $H_0$  y se concluye que no existe efecto atribuible a los bloques en el tamaño de brotes por estacas de buganvilla (*Bougainvillea* spp.) en condiciones de vivero en el distrito de Chuquibambilla, provincia de Grau.



c) **Número de hojas por planta.**

Se plantean las siguientes hipótesis estadísticas:

- **Para el modelo.**

H0: El modelo general no es lineal de la forma:  $Y_{ij} = \mu + T_i + \beta_j + e_{ij}$

H1: El modelo general es lineal de la forma:  $Y_{ij} = \mu + T_i + \beta_j + e_{ij}$

**Dónde:**

$Y_{ij}$  = es la j ésima parcela dentro del i ésimo tratamiento.

$\mu$  = es la media general del número de hojas por estacas de buganvilla

$T_i$  = efecto debido al i ésimo tratamiento.

$\beta_j$  = efecto del j ésimo bloque.

$E_{ij}$  = error experimental asociado al j ésimo bloque del i ésimo tratamiento.

- **Para tratamientos.**

Hipótesis nula H0:  $\mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4$

Hipótesis alterna H1:  $\mu_1 \neq \mu_2 \neq \mu_3 \neq \mu_4$

**Donde:**

$\mu_1$  = Promedio del número de hojas por estacas de buganvilla en el tratamiento 1.

$\mu_2$  = Promedio del número de hojas por estacas de buganvilla en el tratamiento 2.

$\mu_3$  = Promedio del número de hojas por estacas de buganvilla en el tratamiento 3.

$\mu_4$  = Promedio del número de hojas por estacas de buganvilla en el tratamiento testigo.

- **Para bloques.**

Hipótesis nula H0:  $\beta_1 = \beta_2 = \beta_3 = \beta_4$

Hipótesis alterna H1:  $\beta_1 \neq \beta_2 \neq \beta_3 \neq \beta_4$

**Donde:**

$\beta_1$  = Promedio del número de hojas por estacas de buganvilla en el bloque I.



$\beta 2$  = Promedio del número de hojas por estacas de buganvilla en el bloque II.

$\beta 3$  = Promedio del número de hojas por estacas de buganvilla en el bloque III.

$\beta 4$  = Promedio del número de hojas por estacas de buganvilla en el bloque IV.

Para probar las hipótesis planteadas tanto para el modelo, tratamientos y bloques se realizó la prueba de análisis de variancia cuyos resultados a un nivel de confianza para la prueba de 95% se muestra a continuación.

**Tabla 22 — Análisis de variancia del número de hojas por planta de buganvilla**

Origen	Suma de Cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo	104962,438 <sup>a</sup>	7	14994,634	30,363	0,000
Tratamientos	19526,188	3	6508,729	13,180	0,001
Bloques	1770,688	3	590,229	1,195	0,366
Error	4444,563	9	493,840		
Total	109407,000	16			

**El modelo.**

En la tabla 22 se observa que el valor  $p$  es menor que el valor de la probabilidad asumida ( $\text{Sig.} = 0.000 < \alpha = 0.05$ ) lo que lleva al rechazo de la hipótesis nula, por tanto, se acepta la hipótesis alterna concluyendo que el modelo general es lineal y cumple con los supuestos planteados para el diseño de bloques completos al azar (DBCA). Además, la variable dependiente está relacionada con las variables independientes en un 95.9%

**Tratamientos.**

El valor  $p$  es menor que la significancia asumida ( $\text{Sig} = 0,001 < \alpha = 0,05$ ) por tanto se rechaza  $H_0$  y se concluye que existen efecto atribuible al uso de los enraizadores en el número de hojas por estacas de buganvilla



(*Bougainvillea* spp.) en condiciones de vivero en el distrito de Chuquibambilla, provincia de Grau.

Para determinar el mejor tratamiento que induce a una mayor cantidad de hojas en estacas de buganvilla se realizó la comparación múltiple de Tukey a un 95% de probabilidades cuyos resultados se reproducen a continuación:

**Tabla 23 — Comparación de promedios múltiples mediante Tukey al 95% para el número de hojas por estacas de buganvilla**

Tratamientos	N	Subconjunto	
		1	2
T4. Testigo	4	36,2500	
T1. Extracto de sauce llorón	4	47,7500	
T2. Extracto de sauce criollo	4	78,7500	78,7500
T3. Raykat enraizador	4		126,5000
Sig.		0,094	,057

Según la tabla 23, la aplicación de 1.5 ml/L de Rayket enraizador tienen igual efecto que la aplicación de 625 g/L de extracto de sauce criollo en el número de hojas por estacas de buganvilla, a su vez que dichos tratamientos tienen mayor efecto que la aplicación de 250 g/L de extracto de sauce llorón y el tratamiento testigo.

El tratamiento T1 (250 g/L de extracto de sauce llorón) es igual que el tratamiento T4 (Testigo) y tienen el mismo efecto sobre el número de hojas de estacas de buganvilla con promedios de 47.75 y 36.25 hojas por estaca respectivamente.

### **Bloques.**

El valor-p es mayor que la significancia asumida ( $\text{Sig} = 0,366 > \alpha = 0,05$ ) por tanto se acepta  $H_0$  y se concluye que no existe efecto atribuible a los bloques en el número de hojas por estacas de buganvilla (*Bougainvillea* spp.) en condiciones de vivero en el distrito de Chuquibambilla, provincia de Grau.



**d) Tamaño de hojas por planta.**

Se plantean las siguientes hipótesis estadísticas:

- **Para el modelo.**

H0: El modelo general no es lineal de la forma:  $Y_{ij} = \mu + T_i + \beta_j + e_{ij}$  H1:

El modelo general es lineal de la forma:  $Y_{ij} = \mu + T_i + \beta_j + e_{ij}$  **Dónde:**

$Y_{ij}$  = es la j ésima parcela dentro del i ésimo tratamiento.

$\mu$  = es la media general del tamaño de hojas por estacas de buganvilla

$T_i$  = efecto debido al i ésimo tratamiento.

$\beta_j$  = efecto del j ésimo bloque.

$e_{ij}$  = error experimental asociado al j ésimo bloque del i ésimo tratamiento.

- **Para tratamientos.**

Hipótesis nula H0:  $\mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4$

Hipótesis alterna H1:  $\mu_1 \neq \mu_2 \neq \mu_3 \neq \mu_4$

**Donde:**

$\mu_1$  = Promedio del tamaño de hojas por estacas de buganvilla en el tratamiento 1.

$\mu_2$  = Promedio del tamaño de hojas por estacas de buganvilla en el tratamiento 2.

$\mu_3$  = Promedio del tamaño de hojas por estacas de buganvilla en el tratamiento 3.

$\mu_4$  = Promedio del tamaño de hojas por estacas de buganvilla en el tratamiento testigo.

- **Para bloques.**

Hipótesis nula H0:  $\beta_1 = \beta_2 = \beta_3 = \beta_4$

Hipótesis alterna H1:  $\beta_1 \neq \beta_2 \neq \beta_3 \neq \beta_4$

**Donde:**

$\beta_1$  = Promedio del tamaño de hojas por estacas de buganvilla en el bloque I.

$\beta_2$  = Promedio del tamaño de hojas por estacas de buganvilla en el bloque II.



$\beta 3$  = Promedio del tamaño de hojas por estacas de buganvilla en el bloque III.

$\beta 4$  = Promedio del tamaño de hojas por estacas de buganvilla en el bloque IV.

Para probar las hipótesis planteadas tanto para el modelo, tratamientos y bloques se realizó la prueba de análisis de variancia cuyos resultados a un nivel de confianza para la prueba de 95% se muestra a continuación.

**Tabla 24 — Análisis de variancia del tamaño de hojas por estacas de buganvilla**

Origen	Suma de Cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo	155,615 <sup>a</sup>	7	22,231	139,157	,000
Tratamientos	,933	3	,311	1,947	,193
Bloques	,550	3	,183	1,147	,382
Error	1,438	9	,160		
Total	157,053	16			

a. R cuadrado = .991 (R cuadrado corregida = .984)

### El modelo.

En la tabla 24 se observa que el valor  $p$  es menor que el valor de la probabilidad asumida ( $\text{Sig.} = 0.000 < \alpha = 0.05$ ) lo que lleva al rechazo de la hipótesis nula, por tanto se acepta la hipótesis alterna concluyendo que el modelo general es lineal y cumple con los supuestos planteados para el diseño de bloques completos al azar (DBCA). Además, la variable dependiente está relacionada con las variables independientes en un 99.1%

### Tratamientos.

El valor  $p$  es mayor que la significancia asumida ( $\text{Sig} = 0,193 > \alpha = 0,05$ ) por tanto se acepta  $H_0$  y se concluye que no existen efecto atribuible al uso de los enraizadores en el tamaño de hojas por estacas de buganvilla (*Bougainvillea* spp.) en condiciones de vivero en el distrito de Chuquibambilla, provincia de Grau.

### **Bloques.**

El valor  $-p$  es mayor que la significancia asumida ( $\text{Sig} = 0,382 > \text{alfa} = 0,05$ ) por tanto se acepta  $H_0$  y se concluye que no existen efecto de los bloques en el tamaño de hojas por estacas de buganvilla (*Bougainvillea* spp.) en condiciones de vivero en el distrito de Chuquibambilla, provincia de Grau.

### **5.1.5 Efecto de enraizadores en el crecimiento de la parte radicular de estacas de buganvilla (*Bougainvillea* spp.).**

Para determinar el efecto de los tratamientos (enraizadores) en el crecimiento de la parte radicular de estacas de buganvilla se evaluó los indicadores del número de raíces, tamaño de raíces, número de callos y tiempo de enraizamiento de estacas de buganvilla, los resultados se muestran a continuación:

#### **a) Número de raíces.**

Se plantean las siguientes hipótesis estadísticas:

- **Para el modelo.**

$H_0$ : El modelo general no es lineal de la forma:  $Y_{ij} = \mu + T_i + \beta_j + e_{ij}$   $H_1$ :

El modelo general es lineal de la forma:  $Y_{ij} = \mu + T_i + \beta_j + e_{ij}$

**Dónde:**

$Y_{ij}$  = es la  $j$  ésima parcela dentro del  $i$  ésimo tratamiento.

$\mu$  = es la media general del número de raíces por estacas de buganvilla

$T_i$  = efecto debido al  $i$  ésimo tratamiento.

$\beta_j$  = efecto del  $j$  ésimo bloque.

$e_{ij}$  = error experimental asociado al  $j$  ésimo bloque del  $i$  ésimo tratamiento.

- **Para tratamientos.**

Hipótesis nula  $H_0$ :  $\mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4$

Hipótesis alterna  $H_1$ :  $\mu_1 \neq \mu_2 \neq \mu_3 \neq \mu_4$

**Donde:**

$\mu_1$  = Promedio del número de raíces por estacas de buganvilla en el tratamiento 1.

$\mu_2$  = Promedio del número de raíces por estacas de buganvilla en el tratamiento 2.

$\mu_3$  = Promedio del número de raíces por estacas de buganvilla en el tratamiento 3.



$\mu_4$  = Promedio del número de raíces por estacas de buganvilla en el tratamiento testigo.

- **Para bloques.**

Hipótesis nula  $H_0: \beta_1 = \beta_2 = \beta_3 = \beta_4$

Hipótesis alterna  $H_1: \beta_1 \neq \beta_2 \neq \beta_3 \neq \beta_4$

**Donde:**

$\beta_1$  = Promedio del número de raíces por estacas de buganvilla en el bloque I.

$\beta_2$  = Promedio del número de raíces por estacas de buganvilla en el bloque II.

$\beta_3$  = Promedio del número de raíces por estacas de buganvilla en el bloque III.

$\beta_4$  = Promedio del número de raíces por estacas de buganvilla en el bloque IV.

Para probar las hipótesis planteadas tanto para el modelo, tratamientos y bloques se realizó la prueba de análisis de variancia cuyos resultados a un nivel de confianza para la prueba de 95% se muestra a continuación.

**Tabla 25 — Análisis de variancia del número de raíces por estacas de buganvilla**

Origen	Suma de Cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo	487,000 <sup>a</sup>	7	69,571	89,449	,000
Tratamientos	,500	3	,167	,214	,884
Bloques	2,500	3	,833	1,071	,409
Error	7,000	9	,778		
Total	494,000	16			

a. R cuadrado = .986 (R cuadrado corregida = .975)

**El modelo.**

En la tabla 25 se observa que el valor  $F$  es menor que el valor de la probabilidad asumida ( $Sig. = 0.000 < \alpha = 0.05$ ) lo que lleva al rechazo de la hipótesis nula, por tanto, se acepta la hipótesis alterna concluyendo



que el modelo general es lineal y cumple con los supuestos planteados para el diseño de bloques completos al azar (DBCA). Además la variable dependiente está relacionada con las variables independientes en un 98.6%.

### **Tratamientos.**

El valor-p es mayor que la significancia asumida ( $\text{Sig} = 0,884 > \text{alfa} = 0,05$ ) por tanto se acepta  $H_0$  y se concluye que no existen efecto atribuible al uso de los enraizadores en el número de raíces por estacas de buganvilla (*Bougainvillea spp.*) en condiciones de vivero en el distrito de Chuquibambilla, provincia de Grau.

### **Bloques.**

El valor-p es mayor que la significancia asumida ( $\text{Sig} = 0,409 > \text{alfa} = 0,05$ ) por tanto se acepta  $H_0$  y se concluye que no existen efecto de los bloques en el número de raíces por estacas de buganvilla (*Bougainvillea spp.*) en condiciones de vivero en el distrito de Chuquibambilla, provincia de Grau.

## **b) Tamaño de raíces por estaca.**

Se plantean las siguientes hipótesis estadísticas:

- **Para el modelo.**

$H_0$ : El modelo general no es lineal de la forma:  $Y_{ij} = \mu + T_i + \beta_j + e_{ij}$

$H_1$ : El modelo general es lineal de la forma:  $Y_{ij} = \mu + T_i + \beta_j + e_{ij}$  Dónde:

$Y_{ij}$  = es la j-ésima parcela dentro del i-ésimo tratamiento.

$\mu$  = es la media general del tamaño de raíces por estacas de buganvilla

$T_i$  = efecto debido al i-ésimo tratamiento.

$\beta_j$  = efecto del j-ésimo bloque.

$e_{ij}$  = error experimental asociado al j-ésimo bloque del i-ésimo tratamiento.

- **Para tratamientos.**

Hipótesis nula  $H_0$ :  $\mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4$

Hipótesis alterna  $H_1$ :  $\mu_1 \neq \mu_2 \neq \mu_3 \neq \mu_4$

Donde:

$\mu_1$  = Promedio del tamaño de raíces por estacas de buganvilla en el tratamiento 1.

$\mu_2$  = Promedio del tamaño de raíces por estacas de buganvilla en el tratamiento 2.

$\mu_3$  = Promedio del tamaño de raíces por estacas de buganvilla en el tratamiento 3.

$\mu_4$  = Promedio del tamaño de raíces por estacas de buganvilla en el tratamiento testigo.

- **Para bloques.**

Hipótesis nula  $H_0: \beta_1 = \beta_2 = \beta_3 = \beta_4$

Hipótesis alterna  $H_1: \beta_1 \neq \beta_2 \neq \beta_3 \neq \beta_4$

**Donde:**

$\beta_1$  = Promedio del tamaño de raíces por estacas de buganvilla en el bloque I.

$\beta_2$  = Promedio del tamaño de raíces por estacas de buganvilla en el bloque II.

$\beta_3$  = Promedio del tamaño de raíces por estacas de buganvilla en el bloque III.

$\beta_4$  = Promedio del tamaño de raíces por estacas de buganvilla en el bloque IV.

Para probar las hipótesis planteadas tanto para el modelo, tratamientos y bloques se realizó la prueba de análisis de variancia cuyos resultados a un nivel de confianza para la prueba de 95% se muestra a continuación.

**Tabla 26 — Análisis de variancia del tamaño de raíces de estacas de buganvilla**

Origen	Suma de Cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo	451,468 <sup>a</sup>	7	64,495	75,518	0,000
Tratamientos	3,949	3	1,316	1,541	0,270
Bloques	1,254	3	0,418	0,489	0,698
Error	7,686	9	0,854		
Total	459,154	16			

a. R cuadrado = .983 (R cuadrado corregida = .970)



### **El modelo.**

En la tabla 26 se observa que el valor  $p$  es menor que el valor de la probabilidad asumida ( $\text{Sig.} = 0.000 < \alpha = 0.05$ ) lo que lleva al rechazo de la hipótesis nula, por tanto, se acepta la hipótesis alterna concluyendo que el modelo general es lineal y cumple con los supuestos planteados para el diseño de bloques completos al azar (DBCA). Además, la variable dependiente está relacionada con las variables independientes en un 98.3%

### **Tratamientos.**

El valor  $p$  es mayor que la significancia asumida ( $\text{Sig} = 0,270 > \alpha = 0,05$ ) por tanto se acepta  $H_0$  y se concluye que no existen efecto atribuible al uso de los enraizadores en el tamaño de raíces por estacas de buganvilla (*Bougainvillea spp.*) en condiciones de vivero en el distrito de Chuquibambilla, provincia de Grau.

### **Bloques.**

El valor  $p$  es mayor que la significancia asumida ( $\text{Sig} = 0,698 > \alpha = 0,05$ ) por tanto se acepta  $H_0$  y se concluye que no existen efecto de los bloques en el tamaño de raíces por estacas de buganvilla (*Bougainvillea spp.*) en condiciones de vivero en el distrito de Chuquibambilla, provincia de Grau.

### **c) Número de callos por estaca.**

Se plantean las siguientes hipótesis estadísticas:

- **Para el modelo.**

$H_0$ : El modelo general no es lineal de la forma:  $Y_{ij} = \mu + T_i + \beta_j + e_{ij}$

$H_1$ : El modelo general es lineal de la forma:  $Y_{ij} = \mu + T_i + \beta_j + e_{ij}$

#### **Dónde:**

$Y_{ij}$  = es la  $j$  ésima parcela dentro del  $i$  ésimo tratamiento.

$\mu$  = es la media general del número de callos por estacas de buganvilla

$T_i$  = efecto debido al  $i$  ésimo tratamiento.

$\beta_j$  = efecto del  $j$  ésimo bloque.

$E_{ij}$  = error experimental asociado al  $j$  ésimo bloque del  $i$  ésimo tratamiento.

- **Para tratamientos.**

Hipótesis nula  $H_0$ :  $\mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4$

Hipótesis alterna  $H_1$ :  $\mu_1 \neq \mu_2 \neq \mu_3 \neq \mu_4$

**Donde:**

$\mu_1$  = Promedio del número de callos por estacas de buganvilla en el tratamiento 1.

$\mu_2$  = Promedio del número de callos por estacas de buganvilla en el tratamiento 2.

$\mu_3$  = Promedio del número de callos por estacas de buganvilla en el tratamiento 3.

$\mu_4$  = Promedio del número de callos por estacas de buganvilla en el tratamiento testigo.

- **Para bloques.**

Hipótesis nula  $H_0$ :  $\beta_1 = \beta_2 = \beta_3 = \beta_4$

Hipótesis alterna  $H_1$ :  $\beta_1 \neq \beta_2 \neq \beta_3 \neq \beta_4$

**Donde:**

$\beta_1$  = Promedio del número de callos por estacas de buganvilla en el bloque I.

$\beta_2$  = Promedio del número de callos por estacas de buganvilla en el bloque II.

$\beta_3$  = Promedio del número de callos por estacas de buganvilla en el bloque III.

$\beta_4$  = Promedio del número de callos por estacas de buganvilla en el bloque IV.

Para probar las hipótesis planteadas tanto para el modelo, tratamientos y bloques se realizó la prueba de análisis de variancia cuyos resultados a un nivel de confianza para la prueba de 95% se muestra a continuación.

**Tabla 27 — Análisis de variancia del número de callos por estaca de buganvilla**

Origen	Suma de Cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo	364,000 <sup>a</sup>	7	52,000	234,000	0,000
Tratamientos	,500	3	0,167	0,750	0,549
Bloques	2,500	3	0,833	3,750	0,054
Error	2,000	9	0,222		
Total	366,000	16			

a. R cuadrado = .995 (R cuadrado corregida = .990)

### El modelo.

En la tabla 27 se observa que el valor  $p$  es menor que el valor de la probabilidad asumida ( $\text{Sig.} = 0.000 < \alpha = 0.05$ ) lo que lleva al rechazo de la hipótesis nula, por tanto, se acepta la hipótesis alterna concluyendo que el modelo general es lineal y cumple con los supuestos planteados para el diseño de bloques completos al azar (DBCA). Además, la variable dependiente está relacionada con las variables independientes en un 99.5%

### Tratamientos.

El valor  $p$  es mayor que la significancia asumida ( $\text{Sig} = 0,549 > \alpha = 0,05$ ) por tanto se acepta  $H_0$  y se concluye que no existen efecto atribuible al uso de los enraizadores en el número de callos por estacas de buganvilla (*Bougainvillea* spp.) en condiciones de vivero en el distrito de Chuquibambilla, provincia de Grau.

### Bloques.

El valor  $p$  es mayor que la significancia asumida ( $\text{Sig} = 0,054 > \alpha = 0,05$ ) por tanto se acepta  $H_0$  y se concluye que no existen efecto de los bloques en el número de callos por estacas de buganvilla (*Bougainvillea* spp.) en condiciones de vivero en el distrito de Chuquibambilla, provincia de Grau.

d) **Tiempo de enraizamiento de estacas de buganvilla. Se plantean las siguientes hipótesis estadísticas:**

- **Para el modelo.**

H0: El modelo general no es lineal de la forma:  $Y_{ij} = \mu + T_i + \beta_j + e_{ij}$

H1: El modelo general es lineal de la forma:  $Y_{ij} = \mu + T_i + \beta_j + e_{ij}$

**Dónde:**

$Y_{ij}$  = es la j-ésima parcela dentro del i-ésimo tratamiento.

$\mu$  = es la media general del tiempo de enraizamiento de estacas de buganvilla

$T_i$  = efecto debido al i-ésimo tratamiento.

$\beta_j$  = efecto del j-ésimo bloque.

$E_{ij}$  = error experimental asociado al j-ésimo bloque del i-ésimo tratamiento.

- **Para tratamientos.**

Hipótesis nula H0:  $\mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4$

Hipótesis alterna H1:  $\mu_1 \neq \mu_2 \neq \mu_3 \neq \mu_4$

**Donde:**

$\mu_1$  = Promedio del tiempo de enraizamiento de estacas de buganvilla en el tratamiento 1.

$\mu_2$  = Promedio del tiempo de enraizamiento de estacas de buganvilla en el tratamiento 2.

$\mu_3$  = Promedio del tiempo de enraizamiento de estacas de buganvilla en el tratamiento 3.

$\mu_4$  = Promedio del tiempo de enraizamiento de estacas de buganvilla en el tratamiento testigo.

- **Para bloques.**

Hipótesis nula H0:  $\beta_1 = \beta_2 = \beta_3 = \beta_4$

Hipótesis alterna H1:  $\beta_1 \neq \beta_2 \neq \beta_3 \neq \beta_4$

**Donde:**

$\beta_1$  = Promedio del tiempo de enraizamiento de estacas de buganvilla en el bloque I.

$\beta_2$  = Promedio del tiempo de enraizamiento de estacas de buganvilla en el bloque II.



$\beta 3$  = Promedio del tiempo de enraizamiento de estacas de buganvilla en el bloque III.

$\beta 4$  = Promedio del tiempo de enraizamiento de estacas de buganvilla en el bloque IV.

Para probar las hipótesis planteadas tanto para el modelo, tratamientos y bloques se realizó la prueba de análisis de variancia cuyos resultados a un nivel de confianza para la prueba de 95% se muestra a continuación.

**Tabla 28 — Análisis de variancia del tiempo de enraizamiento de estacas de buganvilla**

Origen	Suma de Cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo	52608,250 <sup>a</sup>	7	7515,464	2626,764	0,000
Tratamientos	1735,250	3	578,417	202,165	0,000
Bloques	22,750	3	7,583	2,650	0,112
Error	25,750	9	2,861		
Total	52634,000	16			

a. R cuadrado = 1.000 (R cuadrado corregida = .999)

### El modelo.

En la tabla 28 se observa que el valor  $p$  es menor que el valor de la probabilidad asumida ( $\text{Sig.} = 0.000 < \alpha = 0.05$ ) lo que lleva al rechazo de la hipótesis nula, por tanto se acepta la hipótesis alterna concluyendo que el modelo general es lineal y cumple con los supuestos planteados para el diseño de bloques completos al azar (DBCA). Además la variable dependiente está relacionada con las variables independientes en un 100%

### Tratamientos.

El valor  $p$  es menor que la significancia asumida ( $\text{Sig} = 0,000 < \alpha = 0,05$ ) por tanto se rechaza  $H_0$  y se concluye que existen efecto atribuible al uso de los enraizadores en el tiempo de enraizamiento de estacas de buganvilla (*Bougainvillea* spp.) en condiciones de vivero en el distrito de Chuquibambilla, provincia de Grau.



Con el propósito de determinar el mejor tratamiento se realizó la comparación de promedios mediante el método de Tukey para un nivel de confianza de 95% de probabilidades, los resultados se muestran a continuación.

**Tabla 29 — Comparación de promedios múltiples mediante Tukey al 95% para el tiempo de enraizamiento de estacas de buganvilla**

Tratamientos	N	Sub conjuntos			
		1	2	3	4
T3.Raykat enraizador	4	43,0000			
T1. Extracto de sauce llorón	4		52,5000		
T2. Extracto de sauce criollo	4			58,2500	
T4. Testigo	4				71,7500
<u>Sig</u>		1,00	1,00	1,00	1,00

a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 4.000

b. Alfa = .05.

Según la tabla 29, el tratamiento a base de Raykat enraizador es el mejor debido a que induce al enraizamiento de estacas de buganvilla en un menor tiempo (43 d) y en orden creciente se tiene al tratamiento T1 (extracto de sauce llorón) cuya aplicación en 250 g/L reduce el tiempo de enraizamiento de estacas de buganvilla a 52.5 días, luego el tratamiento extracto de sauce criollo (625 g/L) que reduce el tiempo de enraizamiento a 58.25 días.

El número de días para el enraizamiento de estacas de buganvilla cuando no se aplica ningún tratamiento es de 71.75 días promedio.

### **Bloques.**

El valor-p es mayor que la significancia asumida ( $Sig = 0,112 > \alpha = 0,05$ ) por tanto se acepta  $H_0$  y se concluye que no existen efecto de los bloques en el tiempo de enraizamiento de estacas de buganvilla

(*Bougainvillea* spp.) en condiciones de vivero en el distrito de Chuquibambilla, provincia de Grau.

### 5.3 Discusión

Según Giraldo et. al (2009) el uso de estimuladores de enraizamiento en estacas de mataratón, nacedero y sauce es necesario, además Rodríguez (2016) indica que el método de propagación de Buganvilla es por estacas sin embargo presenta problemas fitosanitarios que dificulta la producción siendo necesario la aplicación de hormonas que estimulen el enraizamiento dicha afirmación es concordante con los hallazgos de la presente investigación ya que se ha determinado que la variable prendimiento de estacas de buganvilla está relacionada directamente en un 97.3% con la aplicación de hormonas (Sig. = 0.000 < alfa = 0.05)

El mejor resultado para el prendimiento de estacas de buganvilla (Sig = 0,001) se logra con la aplicación de Raykat enraizador (T3) a razón de 1.5 ml/L que induce a 48.75% de los casos, lo cual se acerca a los resultados obtenidos por Mendoza (2013) quien aplicando Hormonagro en la propagación vegetativa de naranjilla obtuvo 42.49% de prendimiento. En contraste Condori (2006) menciona que la aplicación de enraizadores naturales a base de extracto de sauce en la propagación vegetativa de Acer da como resultados hasta 65% de prendimiento, dicha afirmación es cercana a los obtenidos en la presente investigación ya que aplicando 625 g/L de extracto de sauce criollo (T2) y 250 g/L de extracto de sauce llorón se obtuvo 48.75 % y 34.50% de prendimiento respectivamente, dichos tratamientos son iguales estadísticamente (Sig.> 0.05) pero son superiores a los obtenidos mediante el tratamiento testigo (T4) que para el mismo periodo de evaluación (45dd) alcanzó un prendimiento de 17.5%.

El crecimiento de la parte aérea de estacas de buganvilla fue evaluado hasta los 80 dd, el crecimiento estuvo representado por los indicadores: Cantidad de brotes, tamaño de brotes, cantidad de hojas y tamaño de hojas. El tratamiento con mayor efecto fue Raykat enraizador (T3) con un promedio de 20.750,  $\pm$  6.397 brotes/estaca, 6.620 cm para el crecimiento de los brotes y de 126.5 promedio para el número de hojas por planta. La aplicación de extractos a base de sauce criollo (T2) y Sauce llorón (T1) obtuvieron resultados similares (Sig.>0.05) en el número y tamaño de brotes con valores promedios, para el número de brotes de 14.750 brotes/estaca y 9.750 brotes/estaca respectivamente y de 5.47 cm y 5.033 cm para el tamaño de brotes respectivamente. Dichos resultados fueron iguales estadísticamente (Sig.>0.05) a los obtenidos mediante el tratamiento testigo (T4)

que para el mismo periodo de evaluación obtuvo resultados de 6 brotes/estaca y 4.875 cm para el número y tamaño de brotes respectivamente. Dicho comportamiento se explica mediante Centellas, Álvarez, Acuña Rocha y Maita (2011) quienes manifiestan que la propagación sexual o vegetativa reproducen clones e implica la división celular auténtica de las plantas madres, por tanto, al tratarse de una investigación que utilizó la muestra de una sola variedad de buganvilia se valida los resultados obtenidos mediante el experimento que no hubo variabilidad en cuanto al número de brotes y tamaño de brotes ya que dicha conducta obedece a la réplica del ADN de la planta progenitora y no a la aplicación de los tratamientos en estudio.

Se encontró una relación positiva de 95.9% entre la cantidad de hojas y la aplicación de los tratamientos siendo los tratamientos Raykat enraizador (T3) y extracto de sauce criollo (T2) los que obtuvieron mayores promedios con 126.5 y 78.8 hojas/planta respectivamente, dichos valores fueron significativamente diferentes ( $\text{Sig.} < 0.05$ ) a los obtenidos mediante la aplicación del extracto de sauce llorón (T1) con 47.8 hojas/planta, que tuvo un comportamiento similar al tratamiento testigo (T4) que alcanzó un promedio de 36.25 hojas/planta. Cruz et. al (2012) explica que las fitohormonas son fitorreguladores que son sintetizados en muchas partes de la planta, pero más especialmente en áreas de crecimiento activo como es el caso de las hojas, Sierra (1989) indica que entre los factores que influyen para lograr un adecuado enraizamiento de estacas de buganvilla son la presencia de hojas y yemas, tratamientos hormonales y las condiciones ambientales.

El crecimiento radicular estuvo representado por la cantidad de raíces, tamaño de raíces, numero de callos en las estacas y el tiempo de enraizamiento, los resultados mostraron que el enraizador Raykat tiene mayor promedio con 5.75 raíces/planta sin embargo no es significativo ( $\text{Sig.} > 0.05$ ) ya que los tratamientos a base de extracto de sauce criollo (T2), sauce llorón (T1) y testigo (T4) obtuvieron resultados similares de 5.50, 5.25 y 5.50 raíces/planta respectivamente, igual comportamiento se obtuvo en el tamaño de raíces donde el tratamiento enraizador Raykat obtuvo el mismo efecto ( $\text{Sig.} > 0.05$ ) que los tratamientos testigo (T4), extracto de sauce criollo (T2) y extracto de sauce llorón (T1) ya que los tamaños de raíces para los tratamientos mencionados fueron 5.81, 5.743, 4.835 y 4.738 cm respectivamente.

El tratamiento Raykat enraizador (T3) tuvo el menor tiempo de enraizamiento con 43 días, siendo significativamente diferente ( $\text{Sig.} < 0.05$ ) del tratamiento extracto de sauce llorón



(T1), extracto de sauce criollo (T2) y testigo (T4) con promedios de 52.5, 58.3 y 71.8 días promedio respectivamente.

Los resultados guardan relación con las afirmaciones de EDIFARM (2016) y ATLÁNTICA AGRÍCOLA (2014) donde mencionan que Raykat enraizador es un bioestimulante especialmente formulado para inducir el enraizamiento en los primeros estadios de la planta, su alta concentración de polisacáridos junto con los macro y micro elementos inducen a la formación de raíces observando su efecto inmediato en las plantas aplicadas, reduce

el tiempo de enraizamiento la interacción de los aminoácidos, polisacáridos, macro y micro elementos produce un espectacular desarrollo tanto del aparato radicular como de la parte aérea de la planta, produciendo su uso, una mayor y mejor producción.

## CAPÍTULO VI CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 6.1 Conclusiones

**Primero.** En cumplimiento al objetivo general se concluye que existe efecto atribuible a la aplicación de fitohormonas sobre el prendimiento de estacas de buganvilla (*Bougainvillea* sp) encontrando una relación positiva y significativa ( $\text{Sig.} < 0.000$ ) de 97.3% entre las variables en estudio. El mejor prendimiento se obtuvo con la aplicación de 1.5 ml/L de Raykat enraizador (48.75%), frente a la aplicación de 625 g/L de extracto de sauce criollo y 250 g/L de extracto de sauce llorón que alcanzaron prendimientos de 48.75 % y 34.50% respectivamente, comparado con el testigo que alcanzó 17.5% de prendimiento.

**Segundo.** En atención al objetivo específico 1, se concluye que la aplicación de fitohormonas tienen efecto significativo ( $\text{Sig.} < 0.05$ ) sobre el crecimiento de la parte aérea de estacas de buganvilla (*Bougainvillea* sp.) obteniendo mejores resultados con la aplicación de 1.5 ml/L de Raykat enraizador con valores de 20.750 brotes/estaca, 6.620 cm/brote y 126.5 hojas/planta, mientras que la aplicación de 625 g/L de extracto de sauce criollo y 250 g/L de extracto de sauce llorón obtuvieron resultados cercanos al tratamiento testigo con valores de 14.750, 9.750 y 6 brotes/estaca respectivamente y de 5.47, 5.033 y 4.875 cm/brote respectivamente.

**Tercero.** En cumplimiento del objetito específico 2, se concluye que existe efecto atribuible a la aplicación de fitohormonas en el enraizamiento de estacas de buganvilla (*Bougainvillea* sp.) explicado por la cantidad de raíces, tamaño de raíces, numero de callos en las estacas y el tiempo de enraizamiento, la aplicación de enraizador Raykat a razón de 1.5 ml/L tiene mayor promedio de numero de raíces por planta (5.75 raíces/planta) en el menor tiempo de 43 días, siendo significativamente diferente ( $\text{Sig.} < 0.05$ ) del tratamiento extracto de sauce llorón (T1), extracto de sauce criollo (T2) y testigo (T4) con promedios de 52.5, 58.3 y 71.8 días promedio respectivamente.



Definitivamente, en cumplimiento de la hipótesis general se concluye que la aplicación de enraizadores naturales tiene efectos significativos en el prendimiento de raíces de buganvillas en la provincia de Grau, Apurímac, afirmación que es posible verificar por las variables e indicadores mostrados en la tabla 6 del presente estudio.

## 6.2 Recomendaciones

A los productores de la provincia de Grau se recomienda producir plántones de buganvilla como alternativa para el mejoramiento de ingresos económicos familiares para ello se recomienda la aplicación de enraizador Raykat a razón de 1.5 ml/L.

Al Gobierno local de Vilcabamba y otros valles de la provincia de Grau, se recomienda instalar plantas de buganvilla (*Bougainvillea* sp) con fines de mejoramiento paisajístico en los parques y jardines, también se recomienda la utilización de extractos de sauce llorón y sauce criollo como promotores de crecimiento foliar en plantas que constituyen el ornato público.

A los investigadores, docentes y estudiantes interesados se recomienda repetir el experimento mediante el uso de diferentes promotores de crecimiento vegetal y a diferentes dosis.

A la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac se recomienda publicar los resultados de la presente investigación.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARCE, P. Y BALBOA, O., 1987. Factores que Inciden en la Propagación por Estacas en *Prosopis chilensis*. Ciencia e Investigación Agraria (Chile). ATLÁNTICA AGRÍCOLA, 2014. Ficha Técnica RAYKAT Enraizador, España.

AZCON, J. Y TALON, M., 2000. Fundamentos de Fisiología Vegetal. Ediciones Universidad de Barcelona, 1ra Edición, Barcelona España, pp. 286, 287, 317.

BAESSLER, LIZ., 2016. Bougainvillea: métodos de propagación. Boletín Informativo Ornamentales. [artificis.pro/bougainvillea](http://artificis.pro/bougainvillea). Brasil

BALLESTEROS VENEGAS, IVÁN A. Y PEÑA VELÁSQUEZ, RAÚL R., 2012. Evaluación de Cuatro Enraizadores y Tres Métodos de Aplicación en *Sedum acre* L, *Sedum luteoviride* R.T.Clausen, *Sedum reflexum* L. Tesis Universidad Nacional de Colombia Facultad de Agronomía Bogotá, D.C., pp. 49.

BHATTACHARJES S. K AND M. B BLALKRISHNA., 1993. Propagation of Bougainvillea from stem cutting. I Effect of growth regulator, rooting media, leaf numer, length and woodines of cuttings. Haryana. J. Hort. Sci 12 (1 2).

BLANCO B, ÁNGELA., 2010. Introducción a las Hormonas Vegetales. Fisiología Hortícola. Wordpress.

BOIX ARISTU, E., 2012. Operaciones básicas en viveros y centros de jardinería. Editorial Paraninfo, Madrid.

BRUZOS, T., 2014. Enraizar Estacas Difíciles. Revista Científica de la Escuela de Ingeniería Agronómica de la Universidad de Oriente Miami, pp. 15.

BURÉS SILVIA., 2017. 50 Plantas perfectas (Larousse Libros Ilustrados/ Prácticos Ocio y Naturaleza Jardinería). España

CABRERA RODRÍGUEZ, J., ARMAS DÍAZ, F. Y GRANADA CARRETO, L., 2006. Producción de Buganvilla (*Bougainvillea* spp.) en Morelos. Programa de Ornamentales del Campo Experimental “Zacatepec”. SAGARPA, INIFAP, CIRCE. Morelos, México.

CASTILLO BAUTISTA, R., 2009. La hipótesis en investigación, en Contribuciones a las Ciencias Sociales. Universidad de Málaga, España.



CENTELLAS, A., ÁLVAREZ, V., ACUÑA, E., ROCHA, E. Y E. MAITA, 2011. Manual de Propagación de Plantines de Manzano y Durazno Bajo Invernadero. Cochabamba. Fundación PROINPA, pp. 54.

CONDORI MENDOZA, EDGAR D., 2006. Efecto de Enraizadores Naturales en la Propagación Asexual de Acer Negundo (*Acer negundo*) en Vivero. Tesis Universidad Mayor de San Andrés. La Paz, Bolivia.

CÓRDOVA PASQUEL, S.E., 2014. Uso de Diferentes sustratos y Concentraciones del Regulador de Crecimiento RootHor en el Enraizado de Estacas de Especies de Buganvilla (*Bougainvillea* spp.). Universidad Nacional Hermilio Valdizán – Huánuco, Perú.

CRUZ A, M; MELGAREJO, L.M. Y ROMERO, M., 2005. Fitohormonas. Fisiología Vegetal y bioquímica vegetal. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, Colombia, pp. 84.

CUCULIZA, P. J., 2005. Propagación de plantas. Lima, Talleres Gráficos Villanueva, pp. 280. EDIFARM., 2016. Vademecum Agrícola. Fertilizantes, Bioestimulantes, Regulares. Ecuador.

ENRÍQUEZ G.A., 1985. Curso sobre el Cultivo del Cacao. Serie Materiales de Enseñanza N° 22. Centro Agronómico Tropical de Investigación y enseñanza CATIE. Turrialba – Costa Rica, pp. 244.

ESPEJO T, E., 2015. Evaluación de la Eficiencia de cuatro Enraizadores y Dos Longitudes de Corte para la Propagación Vegetativa de Esquejes de Queñua (*Polylepis racemosa* subespecie *triacontandra*) a Nivel de Vivero, en el Municipio de El Alto. Tesis para optar el Título de Ingeniero Agronomo. Universidad Mayor de San Andrés – Facultad de Agronomía. La Paz – Bolivia, pp. 112.

ESPINOZA ARAUZ, A Y ESPINOZA LUNA, J.J., 2008. Evaluar el Crecimiento de Estacas de Veranera (*Bougainvillea glabra*) Bajo el Efecto de Biofertilizante Líquido a Base de Estiercol de Vacuno. Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua.



EVANGELISTA L. S., MANZANARES C. Y., ESCOBAR A. S. Y MORALES F. L., 2004. Enraizamiento de esquejes de *Bougainvillea glabra choise*. 50ª Reunión de la Sociedad Interamericana de horticultura Tropical. Costa Rica.

FANEGO, A., SOTO ORTIZ, R. Y MARTÍNEZ MEDINA, S., 2009. Brotación y Enraizamiento de estacas Procedentes de Diferentes Secciones de las Ramas de *Bougainvillea glabra Choisy*. Artículos Generales, Centro Agrícola, 36(3): 913. Universidad de Cienfuegos, Cuba

FREYRE, E. F., 1997. Los Factores Sociales de Sustentabilidad Agraria. La Habana, Cuba.

GARATE DÍAZ, M., 2010. Técnicas de propagación por estacas. Trabajo monográfico para optar el Título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional de Ucayali. PucallpaPerú, pp.157.

GIRALDO C., LUZ A., RÍOS O., HÉCTOR F. Y POLANCO, MANUEL F., 2009. Efecto de dos Enraizadores en Tres Especies Forestales Promisorias Para la Recuperación de Suelos. Revista de Investigación Agraria y Ambiental. Universidad Nacional Abierta y A Distancia. Pereira, Colombia, pp. 7.

GIRALDO, L.A., RÍOS O, H.F. Y POLANCO, M.F., 2009. Efecto de Dos Enraizadores en Tres Especies Forestales Promisorias para la Recuperación de Suelos. Artículo Científico Revista de Investigación Agraria y Ambiental. Universidad Nacional Abierta y a Distancia. PereiraVenezuela, pp. 7.

GÓMEZ E. F., 2003. Propagación por cultivo de tejidos en buganvilia (*Bougainvillea glabra choisy*) variedad sorpresa. Tesis Maestría. Instituto Politécnico Nacional.

GÜNTHER, HEIDE., 2011. Plantas de Interior. Colección Jardín en Casa. Ediciones Hispano Europea



GUTIÉRREZ CONDORI, M., 2013. Evaluación del Efecto de Dos Enraizadores Naturales en la Propagación Asexual de Esquejes de Ligustro Verde (*Ligustrum lucidum*) Para la Producción de Plantines en Cota Cota.

HARTMANN, H.T. Y KESTER, E.D., 1975. Propagación de plantas; principios y prácticas. Trad. Por A. Merino A., La Habana, Instituto Cubano del Libro.

HARTMANN, H. Y KESTER, D., 1988. Propagación de Plantas Principios y Prácticas. D.F., México.

HERNÁNDEZ DÍAZ AMBRONA, C.G., 2015. Definición y Alcance de la Reproducción de Plantas Cultivadas. Departamento de Producción Agraria. Universidad Politécnica de Madrid, España.

HUANCA A, W., 2003. Métodos de reproducción asexual de plantas y su aplicación. Universidad Nacional del Altiplano Puno. Facultad de Ciencias Agrarias, Escuela Profesional de Ingeniería Agronómica. Puno, pp. 33.

HUARHUA CHIPANI, T., 2017. Propagación Vegetativa de Esquejes de Queñua (*Polylepis incana*) con la Aplicación de Dos Enraizadores Naturales y Tres Tipos de Sustratos en Condiciones de Vivero Cujone, Torata. Tesis Universidad José Carlos Mariátegui. Moquegua.

HUDSON, T. Y DALE, E., 1972. Propagación de Plantas. Editorial Continental, S.A. Segunda Edición, México D.F., pp. 360.

IDIAMÍN VÁSQUEZ, R., 2014. Reproducción y Propagación de Plantas Ornamentales. Manual de Reproducción y Propagación Ornamentales. México.

INFOAGRO, 2012. El Cultivo de la Buganvilla. Artículos sobre Jardinería y Ornamentales. Revista INFOAGRO. México.

KOBAYASHI D. K., MCCONNELL J. Y GRIFFIS J., 2007. Bougainville. Department of Tropical Plant and Soil Sciences, University of Guam. Hawaii.



LEMA RAMOS, L. E., 2012. Evaluación de la Eficacia de Seis Enraizadores y Dos Sustratos para la Propagación de Ramillas de Café Robusta (*Coffea canephora*) en Vivero, Cantón Francisco de Orellana, Provincia de Orellana. Tesis Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba, Ecuador

LLUNA DUVAL, R., 2006. Hormonas vegetales: crecimiento y desarrollo de la planta. Artículo Científico. Revista Horticultura. España

MARASSI, M. A., 1999. Hormonas vegetales. Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Universidad de Córdoba, Argentina, pp. 21.

MÁRQUEZ LIMA, S., 2017. Efecto de Tres Enraizadores y Dos Tipos de Sustratos en Estacas de Rosa (*Rosa sp.*) del Patrón Natal Brier en Condiciones de Vivero en el Instituto de Educación Rural (IER) San Salvador, CalcaCusco. Tesis Escuela Profesional de Ingeniería Agronómica Universidad José Carlos Mariátegui. Moquegua, Perú.

MARTÍNEZ FARRE, F.X. Y ÁGUILA SANCHO, J.F., 1989. El Enraizado de Esquejes de Plantas Ornamentales. Escola Universitaria Enginyeria Tècnica Agrícola de Barcelona. España.

MARTÍNEZ, CINTHYA., 2005. Aspectos Generales de la Propagación Convencional. El Zamorano Honduras.

MATA Q, A., 2006. Establecimiento de un Sistema de Propagación Vegetativa de Genotipos Superiores de Cacao (*Theobroma cacao L.*) Por Medio de Ramillas en el

CATIE, [sin fecha]. Informe Final de Graduación, Escuela de Biología e Ingeniería en Biotecnología. Instituto Tecnológico de Costa Rica, pp. 116.

MEDINA B., J. DE J., 2014. Estimulación del Encallado en Estacas de Manzano con IBA Acidificado y Falta de Oxigenación. Tesis Ingeniero Agrónomo. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Coahuila, México, pp. 193.



MENDOZA AMBULUDI, B. M., 2013. Evaluación de la Eficacia de Cuatro Enraizadores y Dos Tamaños de Estacas en la Propagación de Naranja (Solanum quitoense). Tesis Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba, Ecuador.

MULA, JOSÉ.A Y RUIZ DE ANGULO, J., 2015. El Cultivo de la Buganvilla. Revista Agromática. España.

NAUNDORF, G., 1951. Las fitohormonas en agricultura. Salvat Editores S. A. Primera Edic. pp. 6215.

NOTSUKA, K.; T. Y. TSURU AND M. SHIRAIISHI., 2000. Induced polyploid grapes via in vitro chromosome doubling, J. Japan Soc. Hort. Sci: 69 (5).

OGUNWA, O., 2011. Estimulación de arraigo en Bougainvillea spectabilis y Bougainvillea glabra con el uso del agua de coco. Universidad Federal de Agricultura, Nigeria.

OLIVA DÍAZ, H., 2006. Enraizamiento de Esquejes en los Frutales Tropicales. Unidad Científico Tecnológica de Base de Alquízar. Notas Técnicas Instituto de Investigaciones en Fruticultura Tropical. Revista CitriFrut, Vol.23, N° 2. La Habana, Cuba, pp. 2.

PÁJARO HUERTAS, D., 2002. La Formulación de Hipótesis. Facultad de Ciencias Sociales Universidad de Chile. Santiago, Chile.

PRIMO, E. Y CUÑAT, P., 1998, Herbicidas y fitoreguladores, 2da. ed. Madrid, Aguilar, pp. 300.

RAMÍREZ MORILLO, I., 2012. Las Buganvillas: De Sur América para el Mundo. Herbario CICY, Centro de Investigación Científica de Yucatán, A. C. (CICY). Mérida, México.

RAMOS, M., 2004. Propagación Vegetativa de Sequoia sempervirens (D. Don) Endl A Través de Estacas. Tesis Escuela de Ciencias Forestales. Universidad de Chile.



RENDÓN ARAUJO, P., 1953. Influencia de las estaciones y del estado de la estaca sobre el enraizamiento de estacas de cacao. Acta Agronómica Vol. III.

REYES QUIÑONES, J., 2015. Guía de técnicas, Métodos y Procedimientos de Reproducción Asexual o Vegetativa de las Plantas. Centro para el Desarrollo Agropecuario y Forestal (CEDAF). República Dominicana.

REYES, H., CAPRILES DE REYES, L., 2000. El Cacao en Venezuela: Moderna Tecnología para su Cultivo. Editado por Chocolates El Rey. C. A. Caracas – Venezuela, pp. 255.

RODRÍGUEZ SALAZAR, C. M., 2016. Inducción de Embriones Somáticos de *Bougainvillea glabra* choise. Tesis Maestría. Centro de Desarrollo de Productos Bióticos. Instituto Politécnico Nacional. Morelos. México.

ROJAS, F., 2009. Clasificación de plantas. Facultad de Agronomía – Universidad Mayor de San Andrés. La Paz – Bolivia.

ROSE P., L., 2014. Rescate de Germoplasma de Manzana Emilia (*Malus communis*) Mediante Cultivo de Tejidos In Vitro. Tesis de Grado Ingeniero Agrónomo Universidad Central de Ecuador. Quito, pp. 125.

SANTOS CAROLINA, 2010. La buganvilla. Revista Naturaleza Verde.

SARMIENTO GONZALES, M., 2015. Propagación Vegetativa de la Buganvilla (*Bougainvillea glabra* C.) en Base a Tres Hormonas Sintéticas y Dos Tipos de Sustratos en la Estación Experimental de Cota Cota. La Paz, Bolivia.

SEGURA, JUAN., 2008. Introducción al Desarrollo Vegetal: Concepto de Hormona Vegetal. En Fundamentos de Fisiología Vegetal 2º Edic. Mc Graw Hill Interamericana. Barcelona, pp. 639.

SEVILLA CASTILLO, MEYLING. I., 2013. Uso de Cuatro Extractos Vegetales para el Desarrollo Vegetativo de Plántulas de *Coffea arabica* L. Protocolo Investigación Universidad Católica Agropecuaria del Trópico Seco Pbro. Francisco L. Espinoza

Pineda. Nicaragua, pp. 33. SEYMOUR, JOHN., 2014. Enraizante Casero a Base de Sauce. Boletín Informativo El Horticultor. Argentina.

SIERRA C., J.G., 1989. El achiote y la Bignonia chica. En: simposio Colombiano de Etnobotánica. Universidad del Cauca, Popayan Colombia, pp. 220.

SOROA, J., 1968. Jardinería y Decoración Vegetal. Editorial Dosat, S. A. Plaza Santa Ana, Madrid, pp. 258.

TINCO MAMANI, E., 2013. Evaluación de Tres Tipos de Esquejes de Verónica (Hebe x andersonii) Bajo el Efecto de Dos Enraizadores Naturales Para la Producción de Plantines en Cota Cota. Tesis Universidad Mayor San Andrés. La Paz, Bolivia.

TREVIÑO, J., 2015. Etimología de Buganvilla. Diccionario Etimológico, Chile

VÁZQUEZ Y., C., OROZCO, A., ROJAS, M., SÁNCHEZ, M.E. Y CERVANTES, V., 1997. La reproducción de la Plantas: Semillas y Meristemas. Fondo de Cultura Económica. México DF, pp. 95.

WEAVER, M.J., 1988. Reguladores de crecimiento de las plantas en la agricultura. México, Editorial Trillas, pp. 203 – 209.

ZAPATA SAAVEDRA, V.M., 1914. Las Trinitarias. Boletín Informativo Servicio de Extensión Agrícola, Colegio de Ciencias Agrícolas, Universidad de Puerto Rico.

ZAPATA, YULY C., SOLARTE, A., CALLE DÍAZ, Z. Y MURGUEITIO R., E., 2012. El Sauce: Especie Autóctona con Múltiples Aplicaciones en los Sistemas Silvopastoriles. Revista Ganadería y Ambiente. Centro para la Investigación en Sistemas Sostenibles de Producción Agropecuaria. Chile



## ANEXOS

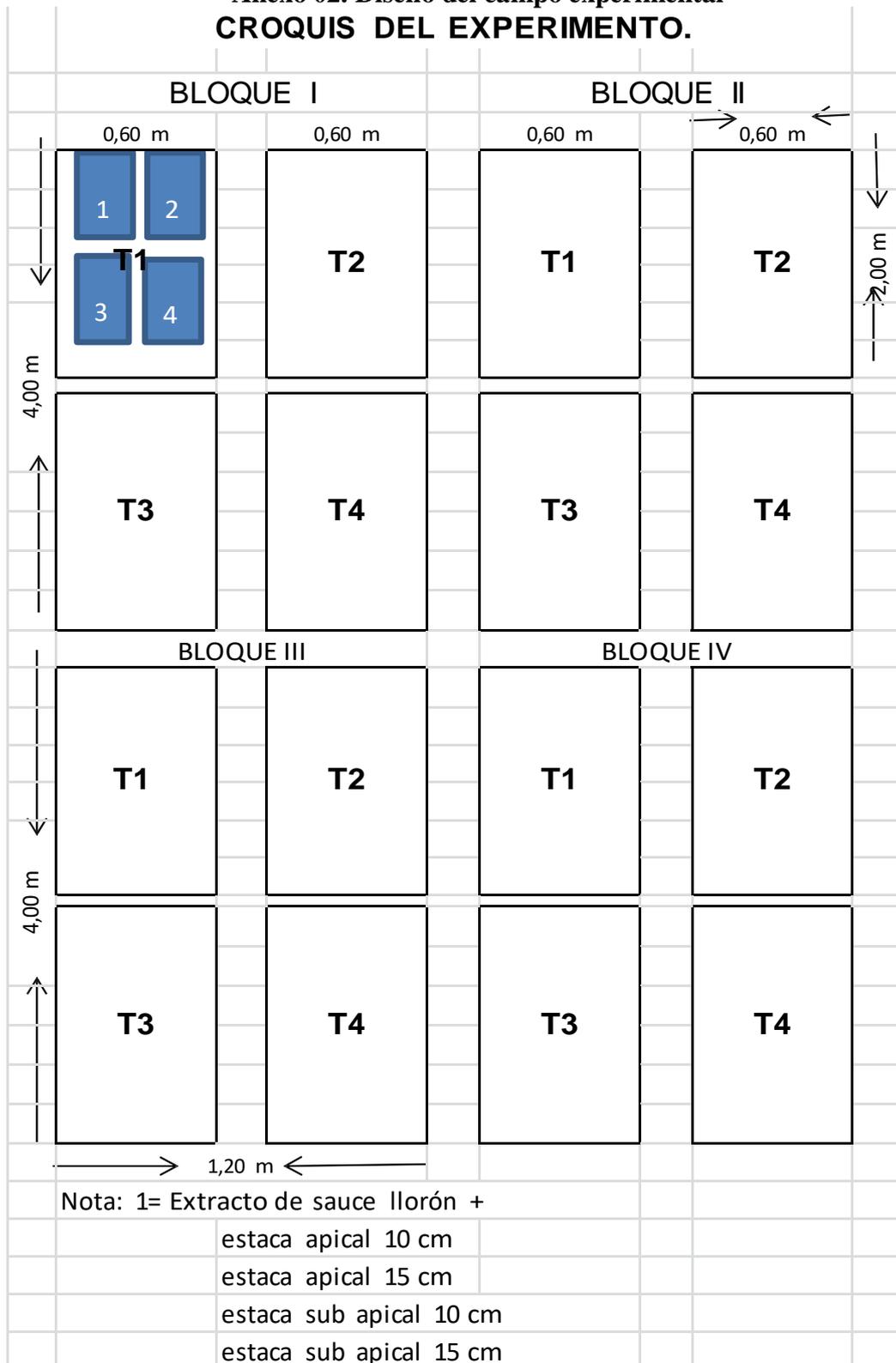


**Anexo 01: Matriz de consistencia**

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES E INDICADORES
<p>Problema general</p> <p>¿Cuál es el efecto de tres enraizadores en el crecimiento de la parte aérea y radicular de estacas de buganvilla (<i>Bougainvillea spp?</i>), en condiciones de vivero en el distrito de Chuquibambilla, provincia de Grau?</p> <p>Problemas específicos</p> <p>¿Cuál es el efecto de tres enraizadores en el crecimiento de la parte</p>	<p>Objetivo general</p> <p>Determinar el efecto de tres enraizadores en el prendimiento de estacas de buganvilla (<i>Bougainvillea spp.</i>) en condiciones de vivero en el distrito de Chuquibambilla, provincia de Grau.</p> <p>Objetivos específicos:</p> <p>Determinar el efecto de tres enraizadores en el crecimiento de la parte aérea de estacas de buganvilla (<i>Bougainvillea spp.</i>) en</p>	<p>Hipótesis general</p> <p>Existe efecto atribuible al uso de tres enraizadores en el prendimiento de estacas de buganvilla (<i>Bougainvillea spp.</i>) en condiciones de vivero en el distrito de Chuquibambilla, provincia de Grau.</p> <p>Hipótesis específicas.</p> <p>Existen diferencias significativas en el efecto de tres enraizadores en el crecimiento de la parte aérea de estacas de buganvilla</p>	<p>Variable independiente</p> <p>Aplicación de enraizadores en estacas de buganvilla.</p> <p>Variable dependientes</p> <p>% de prendimiento</p> <p>Tamaño de brotes</p> <p>Crecimiento de la parte aérea de estacas de buganvilla</p> <p>Crecimiento de la parte radicular de estacas de buganvilla</p> <p>Indicadores</p>

<p>aérea de estacas de buganvilla (<i>Bougainvillea</i> spp.), en condiciones de vivero en el distrito de Chuquibambilla, provincia de Grau?</p> <p>¿Cuál es el efecto de tres enraizadores en el crecimiento de la parte radicular de estacas de buganvilla (<i>Bougainvillea</i> spp.), en condiciones de vivero en el distrito de Chuquibambilla, provincia de Grau?</p>	<p>condiciones de vivero en el distrito de Chuquibambilla, provincia de Grau.</p> <p>Determinar el efecto de tres enraizadores en el crecimiento de la parte radicular de estacas de buganvilla (<i>Bougainvillea</i> spp.) en condiciones de vivero en el distrito de Chuquibambilla, provincia de Grau.</p>	<p>(<i>Bougainvillea</i> spp.) en condiciones de vivero en el distrito de Chuquibambilla, provincia de Grau.</p> <p>Existen diferencias apreciables en el crecimiento de la parte radicular de estacas de buganvilla (<i>Bougainvillea</i> spp.) como efecto de la aplicación de tres enraizadores en condiciones de vivero, en el distrito de Chuquibambilla, provincia de Grau.</p>	<p>Número de estacas prendidos respecto al número total de estacas</p> <p>Cantidad de brotes Tamaño de brotes Cantidad de hojas Tamaño de hojas</p> <p>Diámetro de tallo o Altura de planta</p> <p>Cantidad de raíces Tamaño de raíces Peso seco raíces</p>
---	---	---	---

**Anexo 02. Diseño del campo experimental  
CROQUIS DEL EXPERIMENTO.**



### Anexo 3: Ficha de recolección de datos

RESUMEN DE BLOQUE I																																	
BLOQUES	TRATAMIENTOS	ESTACAS	N° DE ESTACAS PRENDIDOS					PERDIDOS					% DE PRENDIMIENTO	CANTIDAD DE BROTES					TAMAÑO DE BROTES (cm)				CANTIDAD DE HOJAS				TAMAÑO DE HOJAS (cm)						
			14/05/2018	01/06/2018	05/06/2018	12/06/2018	28/06/2018	14/05/2018	01/06/2018	05/06/2018	12/06/2018	28/06/2018		14/05/2018	01/06/2018	05/06/2018	12/06/2018	28/06/2018	14/05/2018	01/06/2018	05/06/2018	12/06/2018	28/06/2018	14/05/2018	01/06/2018	05/06/2018	12/06/2018	28/06/2018	14/05/2018	01/06/2018	05/06/2018	12/06/2018	28/06/2018
			B: I	T1	16	0	0	2	4	4	16	16		14	12	12	25%	0	0	4	5	6	0	0	0.25	8.9	4.6	0	0	7	21	43	0
	T2	16	2	6	7	8	8	14	10	9	8	8	50%	2	8	11	20	27	0.6	2.7	3.7	37	6.9	9	21	28	78	109	1.4	4.6	5.4	15	2.725
	T3	16	2	4	5	7	7	14	12	11	9	9	44%	2	5	7	12	14	0.6	3	4.2	27	5.9	4	15	24	61	94	0.9	4.9	6	20	3.457
	T4	16	0	1	1	3	3	16	15	15	13	13	19%	0	1	1	4	5	0	0.2	0.3	5.4	3.3	0	3	3	22	30	0	0.4	0.5	4.2	2.733
TOTAL		64	4	11	15	22	22	60	53	49	42	42		4	14	23	41	52	1.2	5.9	8.45	78	21	13	39	62	182	276	2.3	9.9	14	44	11.32

RESUMEN DE BOLQUE II																																	
BLOQUES	TRATAMIENTOS	ESTACAS	N° DE ESTACAS PRENDIDOS					PERDIDOS					% DE PRENDIMIENTO	CANTIDAD DE BROTES					TAMAÑO DE BROTES (cm)				CANTIDAD DE HOJAS				TAMAÑO DE HOJAS (cm)						
			14/05/2018	01/06/2018	05/06/2018	12/06/2018	28/06/2018	14/05/2018	01/06/2018	05/06/2018	12/06/2018	28/06/2018		14/05/2018	01/06/2018	05/06/2018	12/06/2018	28/06/2018	14/05/2018	01/06/2018	05/06/2018	12/06/2018	28/06/2018	14/05/2018	01/06/2018	05/06/2018	12/06/2018	28/06/2018	14/05/2018	01/06/2018	05/06/2018	12/06/2018	28/06/2018
			B: II	T1	16	3	4	4	5	5	13	12		12	11	11	31%	5	13	14	16	16	0.9	2.4	2.7	22	5.8	8	22	25	46	66	1.6
	T2	16	2	4	5	6	6	14	12	11	10	10	38%	4	11	13	15	15	0.6	1.9	2.3	19	4.2	11	24	33	53	71	0.9	3.7	4.5	14	3
	T3	16	4	6	9	10	10	12	10	7	6	6	63%	5	18	25	27	29	1.8	4.7	6.5	52	6.5	20	26	59	128	169	3	8.3	11	26	3.41
	T4	16	0	2	2	3	3	16	14	14	13	13	19%	0	4	4	6	7	0	1.8	2	14	6.3	0	11	13	36	47	0	2.1	2.4	6.4	3.233
TOTAL		64	9	16	20	24	24	55	48	44	40	40		14	46	56	64	67	3.3	10.8	13.5	107	23	39	83	130	263	353	5.5	18	22	58	12.58

RESUMEN DE BLOQUE III																																	
BLOQUES	TRATAMIENTOS	ESTACAS	N° DE ESTACAS PRENDIDOS					PERDIDOS						CANTIDAD DE BROTES					TAMAÑO DE BROTES (cm)					CANTIDAD DE HOJAS					TAMAÑO DE HOJAS (cm)				
			14/05/2018	01/06/2018	05/06/2018	12/06/2018	28/06/2018	14/05/2018	01/06/2018	05/06/2018	12/06/2018	28/06/2018		14/05/2018	01/06/2018	05/06/2018	12/06/2018	28/06/2018	14/05/2018	01/06/2018	05/06/2018	12/06/2018	28/06/2018	14/05/2018	01/06/2018	05/06/2018	12/06/2018	28/06/2018	14/05/2018	01/06/2018	05/06/2018	12/06/2018	28/06/2018
B: III	T1	16	1	2	3	4	4	15	14	13	12	12	25%	1	3	5	10	10	0.2	0.7	1.3	12	4.9	3	9	14	31	41	0.6	1.9	3	7.8	3.6
	T2	16	0	2	2	3	3	16	14	14	13	13	19%	0	3	3	6	6	0	2	2.3	12	4.8	0	7	10	30	42	0	2	2.3	6	2.9
	T3	16	3	6	7	7	7	13	10	9	9	9	44%	3	12	21	22	22	0.7	2.5	3.6	39	6.7	13	39	48	88	114	1.5	5.4	6.9	17	3.429
	T4	16	0	1	3	3	3	16	15	13	13	13	19%	0	2	6	7	8	0	0.3	1.3	13	4.8	0	5	15	32	39	0	0.5	1.6	5	2.433
TOTAL		64	4	11	15	17	17	60	53	49	47	47		4	20	35	45	46	0.9	5.5	8.5	76	21	16	60	87	181	236	2.1	9.8	14	36	12.36

RESUMEN DEL BLOQUE IV																																	
BLOQUES	TRATAMIENTOS	ESTACAS	N° DE ESTACAS PRENDIDOS					PERDIDOS						CANTIDAD DE BROTES					TAMAÑO DE BROTES (cm)					CANTIDAD DE HOJAS					TAMAÑO DE HOJAS (cm)				
			14/05/2018	01/06/2018	05/06/2018	12/06/2018	28/06/2018	14/05/2018	01/06/2018	05/06/2018	12/06/2018	28/06/2018		14/05/2018	01/06/2018	05/06/2018	12/06/2018	28/06/2018	14/05/2018	01/06/2018	05/06/2018	12/06/2018	28/06/2018	14/05/2018	01/06/2018	05/06/2018	12/06/2018	28/06/2018	14/05/2018	01/06/2018	05/06/2018	12/06/2018	28/06/2018
B: IV	T1	16	0	0	3	3	3	16	16	13	13	13	19%	0	0	5	6	7	0	0	1.1	12	4.8	0	0	14	26	41	0	0	2	5.7	2.6
	T2	16	0	4	4	5	5	16	12	12	11	11	31%	0	8	8	10	11	0	2.6	3.3	22	6	0	31	36	70	93	0	4.4	5.1	14	3.56
	T3	16	5	6	6	7	7	11	10	10	9	9	44%	8	15	15	18	18	1.4	3.2	3.7	38	7.4	23	47	52	102	129	3.1	7.7	8.4	21	3.743
	T4	16	0	2	2	2	2	16	14	14	14	14	13%	0	2	2	4	4	0	0.5	0.5	8.4	5.1	0	5	6	20	29	0	1.6	2	5.2	3.5
TOTAL		64	5	12	15	17	17	59	52	49	47	47		8	25	30	38	40	1.4	6.3	8.6	81	23	23	83	108	218	292	3.1	14	18	45	13.4

RESUMEN DE BLOQUE I																																
BLOQUES	TRATAMIENTOS	ESTACAS	N° DE ESTACAS PRENDIDOS					PERDIDOS					NUMERO DE CALLOS					TAMAÑO DE RAÍCES (cm)					NUMERO DE RAICES					TIEMPO DE RAIZAMIENTO				
			14/05/2018	01/06/2018	05/06/2018	12/06/2018	28/06/2018	14/05/2018	01/06/2018	05/06/2018	12/06/2018	28/06/2018	14/05/2018	01/06/2018	05/06/2018	12/06/2018	28/06/2018	14/05/2018	01/06/2018	05/06/2018	12/06/2018	28/06/2018	14/05/2018	01/06/2018	05/06/2018	12/06/2018	28/06/2018	14/05/2018	01/06/2018	05/06/2018	12/06/2018	28/06/2018
			B: I	T1	16	0	0	2	4	4	16	16	14	12	12	0	0	0	0	5	0	0	0	0	4.8	0	0	0	0	6	0	0
T2	16	2		6	7	8	8	14	10	9	8	8	0	0	0	0	5	0	0	0	0	5.5	9	0	0	0	5	0	0	0	0	55
T3	16	2		4	5	7	7	14	12	11	9	9	0	0	0	0	6	0	0	0	0	4.9	0	0	0	0	7	0	0	0	0	40
T4	16	0		1	1	3	3	16	15	15	13	13	0	0	0	0	5	0	0	0	0	7.6	0	0	0	0	6	0	0	0	0	72
TOTAL		64	4	11	15	22	22	60	53	49	42	42	0	0	0	0	21	0	0	0	0	23	9	0	0	0	24.2	0	0	0	0	219

RESUMEN DE BOLQUE II																																
BLOQUES	TRATAMIENTOS	ESTACAS	N° DE ESTACAS PRENDIDOS					PERDIDOS					NUMERO DE CALLOS					TAMAÑO DE RAÍCES (cm)					NUMERO DE RAICES					TIEMPO DE RAIZAMIENTO				
			14/05/2018	01/06/2018	05/06/2018	12/06/2018	28/06/2018	14/05/2018	01/06/2018	05/06/2018	12/06/2018	28/06/2018	14/05/2018	01/06/2018	05/06/2018	12/06/2018	28/06/2018	14/05/2018	01/06/2018	05/06/2018	12/06/2018	28/06/2018	14/05/2018	01/06/2018	05/06/2018	12/06/2018	28/06/2018	14/05/2018	01/06/2018	05/06/2018	12/06/2018	28/06/2018
			B: II	T1	16	3	4	4	5	5	13	12	12	11	11	0	0	0	0	5	0	0	0	0	5	0	0	0	0	5	0	0
T2	16	2		4	5	6	6	14	12	11	10	10	0	0	0	0	5	0	0	0	0	3.7	0	0	0	0	6	0	0	0	0	58
T3	16	4		6	9	10	10	12	10	7	6	6	0	0	0	0	5	0	0	0	0	5.9	0	0	0	0	6	0	0	0	0	45
T4	16	0		2	2	3	3	16	14	14	13	13	0	0	0	0	5	0	0	0	0	5.8	0	0	0	0	6	0	0	0	0	70
TOTAL		64	9	16	20	24	24	55	48	44	40	40	0	0	0	0	20	0	0	0	0	20	0	0	0	0	23.2	0	0	0	0	223

RESUMEN DE BLOQUE III																																
BLOQUES	TRATAMIENTOS	ESTACAS	N° DE ESTACAS PRENDIDOS					PERDIDOS					NUMERO DE CALLOS					TAMAÑO DE RAÍCES (cm)					NUMERO DE RAICES					TIEMPO DE RAIZAMIENTO				
			14/05/2018	01/06/2018	05/06/2018	12/06/2018	28/06/2018	14/05/2018	01/06/2018	05/06/2018	12/06/2018	28/06/2018	14/05/2018	01/06/2018	05/06/2018	12/06/2018	28/06/2018	14/05/2018	01/06/2018	05/06/2018	12/06/2018	28/06/2018	14/05/2018	01/06/2018	05/06/2018	12/06/2018	28/06/2018	14/05/2018	01/06/2018	05/06/2018	12/06/2018	28/06/2018
B: III	T1	16	1	2	3	4	4	15	14	13	12	12	0	0	0	0	5	0	0	0	0	4.8	3	9	14	31	6	0	0	0	0	55
	T2	16	0	2	2	3	3	16	14	14	13	13	0	0	0	0	4	0	0	0	0	4.6	0	0	0	0	5	0	0	0	0	60
	T3	16	3	6	7	7	7	13	10	9	9	9	0	0	0	0	5	0	0	0	0	5.7	0	0	0	0	5	0	0	0	0	44
	T4	16	0	1	3	3	3	16	15	13	13	13	0	0	0	0	4	0	0	0	0	4.8	0	0	0	0	4	0	0	0	0	72
TOTAL		64	4	11	15	17	17	60	53	49	47	47	0	0	0	0	18	0	0	0	0	20	3	9	14	31	20.3	0	0	0	0	231

RESUMEN DEL BLOQUE IV																																
BLOQUES	TRATAMIENTOS	ESTACAS	N° DE ESTACAS PRENDIDOS					PERDIDOS					NUMERO DE CALLOS					TAMAÑO DE RAÍCES (cm)					NUMERO DE RAICES					TIEMPO DE RAIZAMIENTO				
			14/05/2018	01/06/2018	05/06/2018	12/06/2018	28/06/2018	14/05/2018	01/06/2018	05/06/2018	12/06/2018	28/06/2018	14/05/2018	01/06/2018	05/06/2018	12/06/2018	28/06/2018	14/05/2018	01/06/2018	05/06/2018	12/06/2018	28/06/2018	14/05/2018	01/06/2018	05/06/2018	12/06/2018	28/06/2018	14/05/2018	01/06/2018	05/06/2018	12/06/2018	28/06/2018
B: IV	T1	16	0	0	3	3	3	16	16	13	13	13	0	0	0	0	5	0	0	0	0	4.4	0	0	0	0	4	0	0	0	0	53
	T2	16	0	4	4	5	5	16	12	12	11	11	0	0	0	0	5	0	0	0	0	5.4	0	0	0	0	6	0	0	0	0	60
	T3	16	5	6	6	7	7	11	10	10	9	9	0	0	0	0	5	0	0	0	0	6.7	0	0	0	0	5	0	0	0	0	43
	T4	16	0	2	2	2	2	16	14	14	14	14	0	0	0	0	5	0	0	0	0	4.8	0	0	0	0	6	0	0	0	0	73
TOTAL		64	5	12	15	17	17	59	52	49	47	47	0	0	0	0	19	0	0	0	0	21	0	0	0	0	20.5	0	0	0	0	229

**Anexo 4: Resumen de ficha de recolección de datos por tratamientos**

<b>% DE PRENDIMIENTO</b>				
<b>BLOUES</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>	<b>T4</b>
I	25%	50%	44%	19%
II	31%	38%	63%	19%
III	25%	19%	44%	19%
IV	19%	31%	44%	13%

<b>CANTIDAD DE BROTES</b>				
<b>BLOUES</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>	<b>T4</b>
I	6.00	27.00	14.00	5.00
II	16.00	15.00	29.00	7.00
III	10.00	6.00	22.00	8.00
IV	7.00	11.00	18.00	4.00

<b>TAMAÑO DE BROTE</b>				
<b>BLOUES</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>	<b>T4</b>
I	4.58	6.86	5.86	3.33
II	5.82	4.17	6.54	6.27
III	4.90	4.83	6.71	4.80
IV	4.83	6.02	7.37	5.10

<b>CANTIDAD DE HOJAS</b>				
<b>BLOUES</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>	<b>T4</b>
I	43.00	109.00	94.00	30.00
II	66.00	71.00	169.00	47.00
III	41.00	42.00	114.00	39.00
IV	41.00	93.00	129.00	29.00

<b>TAMAÑO DE HOJAS</b>				
<b>BLOUES</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>	<b>T4</b>
I	2.40	2.73	3.46	2.73
II	2.94	3.00	3.41	3.23
III	3.60	2.90	3.43	2.43
IV	2.60	3.56	3.74	3.50

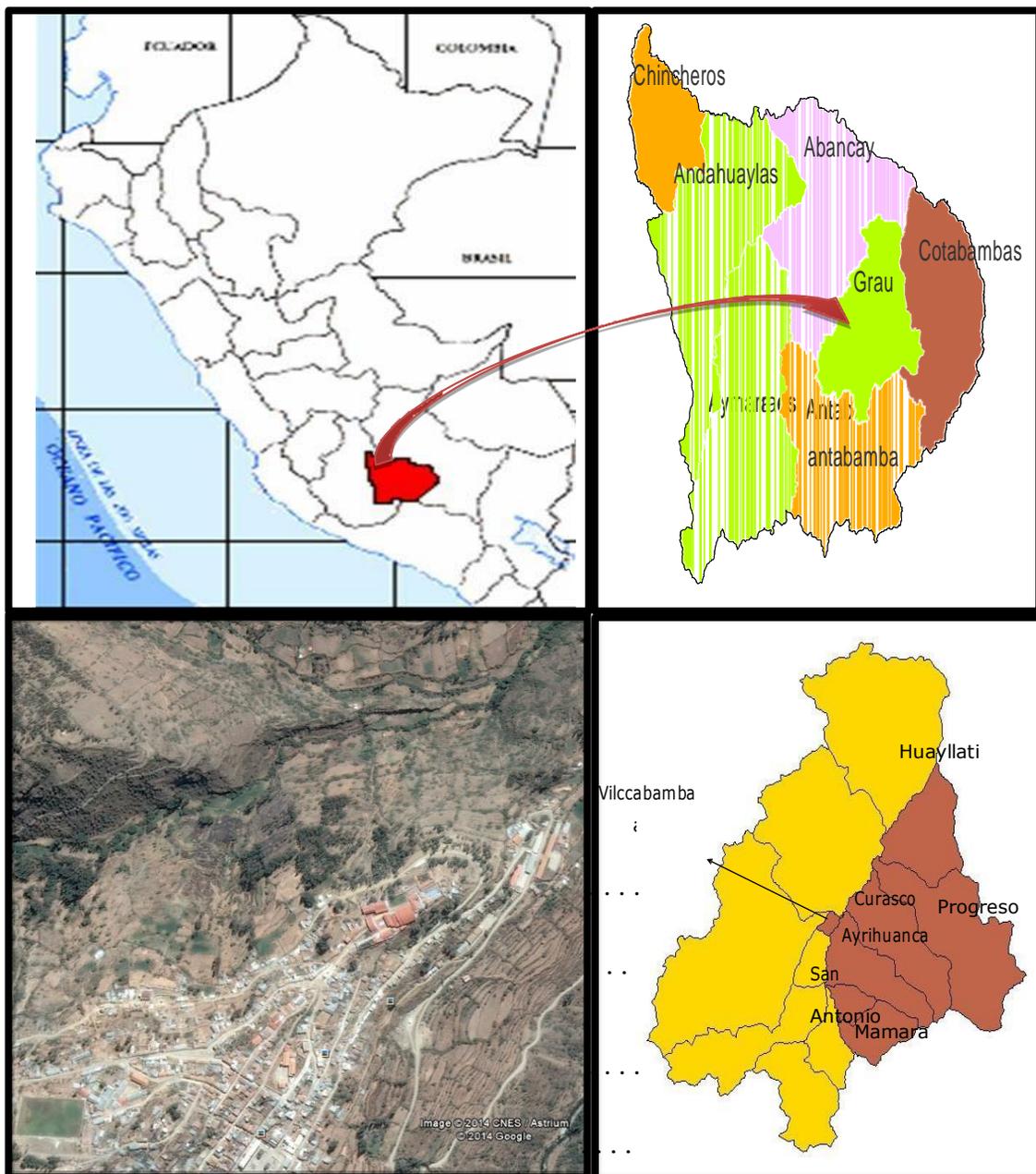
Numero de raices				
BLOUES	T1	T2	T3	T4
I	6	5	7	6
II	5	6	6	6
III	6	5	5	4
IV	4	6	5	6

Tamaño de raices				
BLOUES	T1	T2	T3	T4
I	4.80	5.54	4.94	7.57
II	5.00	3.73	5.89	5.77
III	4.75	4.63	5.71	4.83
IV	4.40	5.44	6.70	4.80

Numero de callos en las estacas				
BLOUES	T1	T2	T3	T4
I	5	5	6	5
II	5	5	5	5
III	5	4	5	4
IV	4	4	4	5

Tiempo de enraizamiento				
BLOUES	T1	T2	T3	T4
I	52	55	40	72
II	50	58	45	70
III	55	60	44	72
IV	53	60	43	73

### Anexo 04: Mapa de ubicación del experimento



## Anexo 05. Panel fotográfico

**Fotografía 01:** Preparación de sustrato



**Fotografía 02:** Recolección de estacas



**Fotografía 03:** Preparación de insumos



**Fotografía 04:** Preparación de insumos



**Fotografía 05:** Macerado de estacas



**Fotografía 06:** Proceso de instalación de estacas



**Fotografía 07:** Instalación definitiva del vivero



**Fotografía 08:** proceso de evaluación



**Fotografía 09:** Ultima evaluación



**Fotografía 10:** Ultima evaluación

