

Universidad Católica de Santa María

Facultad de Ciencias e Ingenierías Biológicas y Químicas

Escuela Profesional de Ingeniería Agronómica y Agrícola



**Evaluación de diferentes sustratos para el enraizamiento de esquejes de
pitahaya amarilla (*Selenicereus megalanthus* var. *amazónica*) en la
irrigación de Majes- Arequipa 2024.**

Tesis presentada por el bachiller:

Bedoya Paredes José André

ORCID: 0009-0002-4242-3290

Para optar por el título de Ingeniero Agrónomo y Agrícola

Asesor:

Mg. Stretz Chavez Humberto Jose

ORCID: 0000-0003-0102-8809

Arequipa- Perú

2024

UCSM-ERP

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

INGENIERIA AGRONOMICA Y AGRICOLA

TITULACIÓN CON TESIS

DICTAMEN APROBACIÓN DE BORRADOR

Arequipa, 13 de Enero del 2024

Dictamen: 007149-C-EPIAyA-2024

Visto el borrador del expediente 007149, presentado por:

2015185011 - BEDOYA PAREDES JOSE ANDRE

Titulado:

**EVALUACIÓN DE DIFERENTES SUSTRATOS PARA EL ENRAIZAMIENTO DE ESQUEJES DE
PITAHAYA AMARILLA (SELENICEREUS MEGALANTHUS VAR. AMAZÓNICA) EN LA IRRIGACIÓN
DE MAJES- AREQUIPA 2024.**

Nuestro dictamen es:

APROBADO

**29603349 - MAMANI GUTIERREZ DINA BEATRIZ
DICTAMINADOR**



**29500662 - DIAZ VENTO INGRIND MIRNA
DICTAMINADOR**



**29471151 - LINARES QUIROZ GUILLERMO ALONSO
DICTAMINADOR**



Evaluación de diferentes sustratos para el enraizamiento de esquejes de pitahaya amarilla (Selenicereus megalanthus var. amazónica) en la irrigación de Majes- Arequipa 2024

ORIGINALITY REPORT

27%

SIMILARITY INDEX

26%

INTERNET SOURCES

2%

PUBLICATIONS

10%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1	hdl.handle.net Internet Source	4%
2	www.revistas.unitru.edu.pe Internet Source	2%
3	dspace.esPOCH.edu.ec Internet Source	2%
4	repositorio.untrm.edu.pe Internet Source	2%
5	repositorio.ucss.edu.pe Internet Source	2%
6	repositorio.ucsm.edu.pe Internet Source	1%
7	Submitted to Universidad Católica de Santa María Student Paper	1%
8	doczz.net Internet Source	1%

Dedicatoria

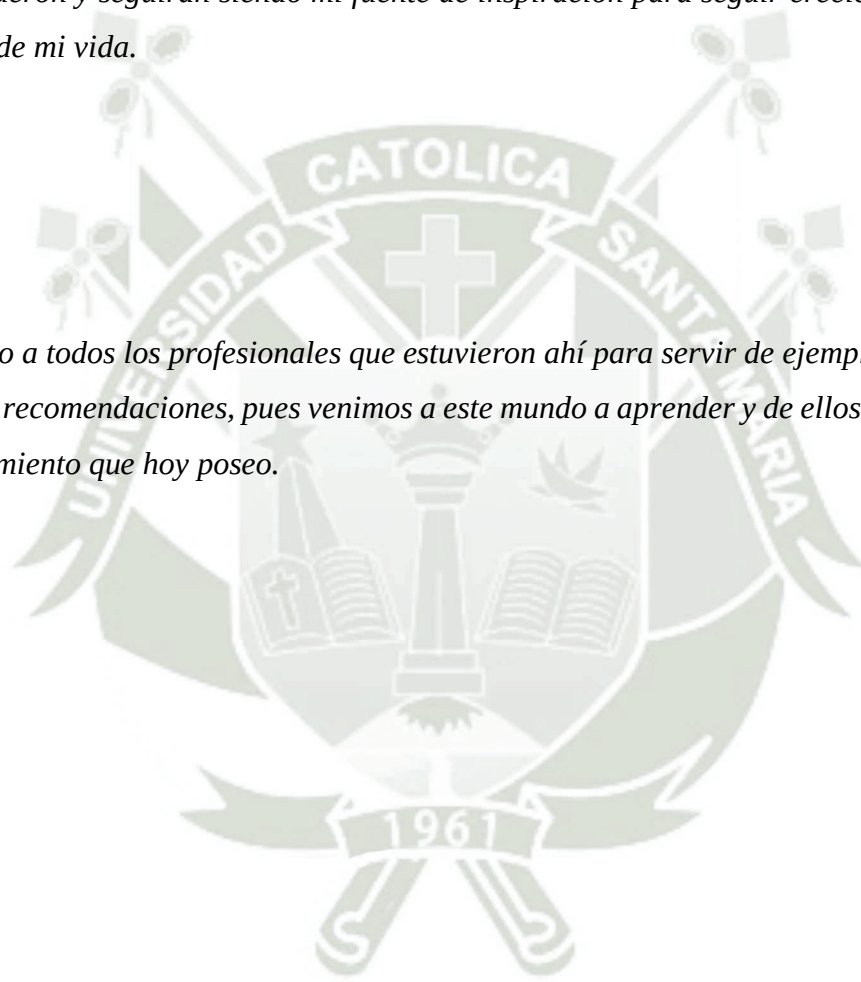
A mis padres y familiares que fueron de apoyo emocional y económico en los momentos cruciales de mi desarrollo personal y profesional.



Agradecimientos

Agradezco a Dios por permitirme continuar en esta vida con salud para mí y mis familiares quienes fueron y seguirán siendo mi fuente de inspiración para seguir creciendo en todos los aspectos de mi vida.

Agradezco a todos los profesionales que estuvieron ahí para servir de ejemplo, aclarar dudas y brindar recomendaciones, pues venimos a este mundo a aprender y de ellos he podido juntar el conocimiento que hoy poseo.



RESUMEN

Esta investigación se realizó bajo las condiciones de la irrigación de Majes sector E4 parcela 20 “Vivero Hns Bedoya”, provincia de Caylloma Arequipa. Donde se evaluó el efecto en el enraizamiento de esquejes de pitahaya, se aplicó un diseño completamente al azar utilizando 15 tratamientos incluidos un testigo (T0)-100% tierra de chacra;(T1)-100% arena gruesa; (T2)-100% piedra pómez; (T3)-100% compost; (T4)-100% estiércol vacuno descompuesto; (T5)-50% tierra de chacra, 50% arena gruesa; (T6)-50% tierra de chacra, 50% piedra pómez; (T7)-50% tierra de chacra, 50% compost; (T8)-50% tierra de chacra, 50% estiércol vacuno descompuesto; (T9)-50% arena gruesa, 50% piedra pómez; (T10)-50% arena gruesa, 50% compost; (T11)-50% arena gruesa, 50% estiércol vacuno descompuesto; (T12)-50% piedra pómez, 50% compost; (T13)-50% piedra pómez, 50% estiércol vacuno descompuesto; (T14)-50% compost, 50% estiércol vacuno descompuesto. Se evaluó de forma semanal hasta los 90 días variables como número de brotes, longitud de brote y diámetro del brote, donde el T13 fue quien obtuvo los mejores resultados con 2.53 brotes, 26.23cm de longitud y 3.16cm de diámetro en un periodo de 12 semanas. Para la variable de longitud de raíz los mejores resultados se vieron en el T13 y T11 que fueron similares estadísticamente con 16.29cm y 16.24cm respectivamente. respecto al peso fresco de la raíz los mejores resultados se obtuvieron en el T11 y T12 quienes fueron estadísticamente similares con medias de 14.95g y 14.89g respectivamente. el tratamiento que obtuvo una mejor relación costo beneficio fue el T11 con 2.05 alcanzando esquejes listos para campo a las 12 semanas.

Palabras clave: pitahaya, enraizamiento.

ABSTRACT

This research was carried out under the conditions of irrigation in Majes sector E4 plot 20 "Nursery Hns Bedoya", province of Caylloma Arequipa. Where the effect on the rooting of pitahaya cuttings was evaluated, a completely randomized design was applied using 15 treatments including a control (T0)-100% farm soil; (T1)-100% coarse sand; (T2)-100% pumice; (T3)-100% compost; (T4)-100% decomposed cow manure; (T5)-50% farmland soil, 50% coarse sand; (T6)-50% farmland soil, 50% pumice; (T7)-50% farmland, 50% compost; (T8)-50% farmland, 50% decomposed cow dung; (T9)-50% coarse sand, 50% pumice; (T10)-50% coarse sand, 50% compost; (T11)-50% coarse sand, 50% decomposed cattle manure; (T12)-50% pumice, 50% compost; (T13)-50% pumice, 50% decomposed cattle manure; (T14)-50% compost, 50% decomposed cattle manure. Variables such as number of shoots, shoot length and shoot diameter were evaluated weekly until 90 days, where T13 obtained the best results with 2.53 shoots, 26.23cm in length and 3.16cm in diameter in a period of 12 weeks. For the root length variable, the best results were seen in T13 and T11, which were statistically similar with 16.29cm and 16.24cm, respectively. With respect to root fresh weight, the best results were obtained in T11 and T12, which were statistically similar with means of 14.95g and 14.89g, respectively. The treatment that obtained the best cost-benefit ratio was T11 with 2.05, reaching field-ready cuttings at 12 weeks.

Keywords: pitahaya, rooting

INDICE GENERAL

DEDICATORIA	
AGRADECIMIENTOS	
RESUMEN	
ABSTRACT	
INDICE DE CUADROS	
INDICE DE FOTOGRAFIAS	
INDICE DE GRÁFICOS	
INDICE DE IMÁGENES	
INDICE DE ANEXOS	
CAPITULO I.	1
INTRODUCCIÓN.	1
1. PLANTEAMIENTO TEÓRICO.	2
1.1. Enunciado del Problema.....	2
1.2. Descripción del problema.....	2
1.3. Justificación del problema.	2
1.4. Objetivos:.....	4
1.4.1. Objetivo general.....	4
1.4.2. Objetivos Específicos.....	4
1.5. Hipótesis	4
1.5.1. Hipótesis Nula:.....	4
1.5.2. Hipótesis Alternativa:	4
CAPITULO II.	5
2. MARCO TEÓRICO	5
2.1. Análisis Bibliográfico.....	5
2.1.1. Origen e Historia.....	5
2.1.2. Taxonomía	5
2.1.3. Estadísticas Agrícolas de la Pitahaya.....	6
2.1.4. Generalidades Y Morfología Del Cultivo De Pitahaya.	7
a. Raíces.	7
b. Tallos.....	8
c. Flores.....	8
d. Fruto.	9

2.1.5.	Eco-Fisiología Del Cultivo De Pitahaya.....	9
2.1.6.	Practicas Agronómicas relacionadas con el cultivo de pitahaya.	10
a.	Sistema de conducción.....	10
b.	Enraizamiento de esquejes.	11
c.	Poda de Formación.....	11
d.	Poda Sanitaria.....	12
e.	Poda de Producción.....	12
f.	Fertilización.....	12
2.1.7.	Problemas fitosanitarios.....	13
a.	Mosca del botón floral de la pitahaya, <i>Dasiops saltans</i> (Townsend), (Díptera: <i>Lonchaeidae</i>)	13
b.	Pudrición basal causada por <i>Fusarium sp.</i>	13
c.	Antracnosis causada por <i>Colletotrichum sp.</i>	14
d.	Ojo de pescado causada por <i>Dothiorella sp.</i>	14
e.	Pudrición suave de la penca por <i>Erwinia sp.</i>	14
f.	Manejo Integrado Fitosanitario.	14
2.1.8.	Sustratos para enraizamiento	15
a.	Suelo franco arenoso.....	15
b.	Arena gruesa	15
c.	Piedra pómez.....	15
d.	Compost.....	15
e.	Estiércol descompuesto.....	16
2.2.	Antecedentes de investigación.....	16
2.2.1.	Análisis de tesis.....	16
2.2.2.	Análisis de trabajos de investigación.....	22
CAPITULO III.....		23
3.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	23
3.1.	Materiales	23
3.1.1.	Localización del trabajo.....	23
3.1.1.1.	Localización espacial	23
3.1.1.2.	Localización temporal.....	24
3.1.2.	Materiales biológicos	24
3.1.3.	Materiales de laboratorio	24
3.1.4.	Materiales de campo	24

3.1.5.	Material de escritorio.....	24
3.2.	Métodos	25
3.2.1.	Muestreo	25
a.	Universo:.....	25
b.	Tamaño de muestra:	25
3.2.2.	Procedimiento de muestreo.....	26
3.2.3.	Formación de unidades experimentales de estudio.....	27
3.2.3.1.	Métodos de evaluación.....	27
3.2.3.2.	Metodología de la experimentación	27
3.2.3.3.	Obtención del material vegetal:	27
3.2.3.4.	Preparación del sustrato:	27
3.2.3.5.	Instalación de los esquejes:.....	28
3.2.3.6.	Riego de las unidades experimentales:	29
3.2.3.7.	Desmalezado:.....	30
3.2.3.8.	Recopilación de la información	30
3.2.3.9.	En el campo.....	30
3.2.3.10.	En el laboratorio.....	31
3.2.3.11.	En la biblioteca.....	33
3.3.	Variables de respuesta	33
3.3.1.	Variables independientes	33
3.3.2.	Variables dependientes	33
3.4.	Evaluación estadística.....	33
3.4.1.	Diseño Experimental.....	33
3.4.1.1.	Unidades experimentales	34
3.4.1.2.	Diseño de tratamientos.....	34
3.4.1.3.	Distribución de tratamientos	35
3.4.2.	Análisis estadísticos	35
3.4.2.1.	Análisis de varianza:	35
CAPITULO IV.....		36
4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	36
4.1.	Resultados.....	36
4.1.1.	Información para tener en cuenta.....	36
4.1.2.	Número de brotes desde los 30 a los 93 días después del trasplante.	36
4.1.3.	Longitud de brotes desde los 30 a los 93 días después del trasplante.....	47

4.1.4.	Diámetro de brotes desde los 30 a los 93 días después del trasplante.....	65
4.1.5.	Longitud de raíces a los 93 días después del trasplante.	71
	Peso fresco de raíces a los 93 días después del trasplante.	73
4.1.6.	Análisis económico de los tratamientos.	75
4.1.7.	Ponderado de Resultados.....	83
4.2.	DISCUSIÓN	83
4.2.1.	Número de brotes por tratamiento	83
4.2.2.	Longitud de brotes por tratamiento.....	86
4.2.3.	Diámetro de brotes por tratamiento.	88
4.2.4.	Longitud de raíces por tratamiento	89
4.2.5.	eso fresco de raíces por tratamiento	90
4.2.5.	Análisis costo beneficio por tratamiento.....	90
4.2.6.	Limitaciones meteorológicas durante la fase experimental.	91
CAPITULO V.....		92
5. CONCLUSIONES.....		92
CAPITULO VI.....		93
6. RECOMENDACIONES		93
CAPITULO VII.....		94
7. REFERENCIAS:		94
8. ANEXOS.....		99

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1: Clasificación taxonómica de la Pitahaya Amarilla	6
Cuadro 2: Crecimiento de las exportaciones de pitahaya peruana	6
Cuadro 3: Requerimientos nutritivos del cultivo de pitahaya.....	13
Cuadro 4: Diseño de los tratamientos.	34
Cuadro 5: ANVA número de brotes a los 30 días después del trasplante	36
Cuadro 6: Prueba de Tukey para número de brotes a los 30 días después del trasplante.	37
Cuadro 7: ANVA número de brotes a los 37 días después del trasplante	38
Cuadro 8: Prueba de Tukey para número de brotes a los 37 días después de trasplante.	38
Cuadro 9: ANVA número de brotes a los 44 días después del trasplante	39
Cuadro 10: ANVA número de brotes a los 51 días después del trasplante	40
Cuadro 11: Prueba de tukey para número de brotes a los 51 días después de trasplante.	40
Cuadro 12: ANVA número de brotes a los 58 días después del trasplante	41
Cuadro 13: ANVA número de brotes a los 65 días después del trasplante	42
Cuadro 14: Prueba de tukey para número de brotes a los 65 días después de trasplante.	42
Cuadro 15: ANVA número de brotes a los 72 días después del trasplante	43
Cuadro 16: ANVA número de brotes a los 79 días después del trasplante	44
Cuadro 17: ANVA número de brotes a los 86 días después del trasplante.	44
Cuadro 18: ANVA número de brotes a los 93 días después del trasplante.	44
Cuadro 19: Prueba de tukey para el número de brotes a 93 días después del trasplante.	45
Cuadro 20: ANVA longitud de brotes a 30 días después del trasplante.	47
Cuadro 21: Prueba de tukey para longitud de brotes a 30 días después del trasplante.	47
Cuadro 22: ANVA longitud de brotes a 37 días después del trasplante.	48
Cuadro 23: Prueba de tukey para longitud de brotes a los 37 días después del trasplante.	49
Cuadro 24: ANVA longitud de brotes a 44 días después del trasplante.	50
Cuadro 25: Prueba de tukey para longitud de brotes a 44 días después del trasplante.	51
Cuadro 26: ANVA longitud de brotes a 51 días después del trasplante.	52
Cuadro 27: Prueba de tukey para longitud de brotes a días después del trasplante.	53
Cuadro 28: ANVA longitud de brotes a 58 días después del trasplante	54
Cuadro 29: Prueba de tukey para longitud de brotes a 58 días después del trasplante.	55
Cuadro 30: Prueba de tukey para longitud de brotes a 58 días después del trasplante.	56
Cuadro 31: Prueba de tukey para longitud de brotes a 65 días después del trasplante.	57
Cuadro 32: ANVA longitud de brotes a 72 días después del trasplante.	58

Cuadro 33: Prueba de tukey para longitud de brotes a 72 días después del trasplante.....	59
Cuadro 34: ANVA longitud de brotes a 79 días después del trasplante.	60
Cuadro 35: Prueba de tukey para longitud de brotes a 79 días después del trasplante.....	60
Cuadro 36: ANVA longitud de brotes a 86 días después del trasplante.....	61
Cuadro 37: Prueba de tukey para longitud de brotes a 86 días después del trasplante.....	62
Cuadro 38: ANVA longitud de brotes a los 93 días después del trasplante.	63
Cuadro 39: Prueba de tukey para la longitud a 93 días después del trasplante.	63
Cuadro 40: ANVA diámetro de brotes a los 30 días después del trasplante.	65
Cuadro 41: ANVA diámetro de brotes a los 37 días después del trasplante.	65
Cuadro 42: Prueba de tukey para Diámetro de brotes a 37 días después del trasplante.	66
Cuadro 43: ANVA diámetro de brotes a los 44 días después del trasplante.	67
Cuadro 44: ANVA diámetro de brotes a los 51 días después del trasplante.	68
Cuadro 45: ANVA diámetro de brotes a los 58 días después del trasplante.	68
Cuadro 46: ANVA diámetro de brotes a los 65 días después del trasplante.	68
Cuadro 47: ANVA diámetro de brotes a los 72 días después del trasplante.	69
Cuadro 48: ANVA diámetro de brotes a los 79 días después del trasplante.	69
Cuadro 49: ANVA diámetro de brotes a los 86 días después del trasplante.	69
Cuadro 50: ANVA diámetro de brotes a los 93 días después del trasplante.	70
Cuadro 51: Prueba de tukey para el diámetro de brotes a 93 días después del trasplante.	70
Cuadro 52: ANVA longitud de raíz a los 93 días después del trasplante.	71
Cuadro 53: Prueba de tukey para longitud de raíz a 93 días después del trasplante.....	72
Cuadro 54: ANVA peso fresco de raíz a los 93 días después del trasplante.	73
Cuadro 55: Prueba de tukey para peso fresco de raíz a 93 días después del trasplante.....	74
Cuadro 56: Costos variables del experimento por tratamiento.....	75
Cuadro 57: Ingreso total del experimento por tratamiento	76
Cuadro 58: Beneficio neto del experimento por tratamiento.....	77
Cuadro 59: Análisis de dominancia de tratamientos.....	78
Cuadro 60: Tasa marginal de retorno de tratamientos.	79
Cuadro 61: Relación Costo Beneficio.....	80
Cuadro 62: Análisis de la Rentabilidad en función al tiempo y el costo de oportunidad	82
Cuadro 63: Ponderado de resultados para las variables evaluadas a los 93ddt.	83

INDICE DE FOTOGRAFIAS

Fotografía 1 Lavado de sustratos (1), mezcla de sustratos para enraizamiento (2)	28
Fotografía 2: Selección de esquejes (1); Instalación de los esquejes (2)	29
Fotografía 3: riego de las unidades experimentales (1 y 2)	30
Fotografía 4: Evaluación de longitud de brotes (1 y 2); evaluación de número de brotes (3)	31
Fotografía 5: evaluación de longitud de raíces, longitud de raíces T2 piedra pómez (1); longitud de raíces T10 arena gruesa + compost (2)	32
Fotografía 6: Evaluación de peso fresco de raíz T6 tierra de chacra + piedra pómez	32



INDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1:	Prueba de Tukey para número de brotes a los 30 días después del trasplante.	37
Gráfico 2:	Prueba de Tukey para el número de brotes a los 37 días después de trasplante....	39
Gráfico 3:	Prueba de Tukey para el número de brotes a los 51 días después de trasplante....	41
Gráfico 4:	Prueba de Tukey para el número de brotes a los 65 días después de trasplante....	43
Gráfico 5:	Prueba de Tukey para el número de brotes a los 93 días después de trasplante....	45
Gráfico 6:	Prueba de tukey para longitud de brotes a 30 días después del trasplante	48
Gráfico 7:	prueba de tukey para longitud de brotes a los 37 días después del trasplante.....	50
Gráfico 8:	Prueba de tukey para longitud de brotes a 44 días después del trasplante	52
Gráfico 9:	Prueba de tukey para longitud de brotes a 51 días después del trasplante.	54
Gráfico 10:	Prueba de tukey para longitud de brotes a 58 días después del trasplante.	56
Gráfico 11:	Prueba de tukey para longitud de brotes a 65 días después del trasplante.	57
Gráfico 12:	Prueba de tukey para longitud de brotes a 72 días después del trasplante.	59
Gráfico 13:	Prueba de tukey para longitud de brotes a 79 días después del trasplante.	61
Gráfico 14:	Prueba de tukey para longitud de brotes a 86 días después del trasplante.	62
Gráfico 15:	Prueba de tukey para la longitud de brotes a 93 días después del trasplante.	64
Gráfico 16:	Prueba de tukey para diámetro de brotes a los 37 días después del trasplante....	67
Gráfico 17:	Prueba de tukey para el diámetro de brotes a 93 días después del trasplante.....	71
Gráfico 18:	Prueba de tukey para longitud de raíz a 93 días después del trasplante.	72
Gráfico 19:	Prueba de tukey para peso fresco de raíz a 93 días después del trasplante.	74
Gráfico 20:	Costo de oportunidad en función al desarrollo de esquejes listos para campo....	81

INDICE DE IMÁGENES

Imagen 1 Croquis de la localización espacial del experimento23

Imagen 2: distribución de los tratamientos en cada una de las 60 unidades experimentales..35



ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: lavado de arena gruesa y estiércol (1); lavado de piedra pómez (2),	99
Anexo 2: compilación de pesos frescos del sistema radicular por cada tratamiento,	100
Anexo 3: pitahayas escaldadas por la solarización (1), pitahaya sembrada de forma directa con 8 meses después de trasplante (2)	101
Anexo 4: Costos generales del experimento	102
Anexo 5: Limitantes meteorológicas durante el desarrollo experimental.	103
Anexo 6: Datos de Evaluaciones de Número de Brotes:	104
Anexo 7: Datos de Evaluaciones de Diámetro de Brotes	111
Anexo 8: Datos de Evaluaciones de Longitud de Raíces a 93 Días Después de Trasplante.	116
Anexo 9: Datos de Evaluaciones de Peso Fresco de Raíces a 93 Días Después de Trasplante.	116
Anexo 10 análisis de suelo del fundo utilizado como Tratamiento testigo.	117
Anexo 11: análisis de suelo del fundo utilizado como Tratamiento testigo.	117



CAPITULO I.

INTRODUCCIÓN.

La pitahaya amarilla *Selenicereus megalanthus* es un frutal cuyo consumo viene siendo promovido por la OMS por la cantidad de antioxidantes y fibra que posee, estas cualidades han sido relacionadas con la mejora en el flujo intestinal, disminución del riesgo a sufrir cáncer pues protege al cuerpo de radicales libres, y mejoría en pacientes diabéticos. La cáscara de pitahaya también ha sido utilizada en investigaciones para la extracción de tintes naturales, lo que hace aprovechable la totalidad del fruto en la industria.

Por su resistencia a sequías, bajo consumo de agua y baja necesidad de pesticidas es que se considera a la pitahaya como un cultivo sostenible. Esto sumado a los mercados aún insatisfechos tanto a nivel nacional como internacional hacen que la siembra de este se haga una alternativa tentativa, para esto, el establecimiento de un frutal viene a conformar la primera etapa crucial en cualquier proyecto de inversión, debido a esto es necesario la selección no solo del material vegetal optimo, sino que también el sustrato que se utilizará.

Una vez establecidos los cultivos de tipo perenne, las características del suelo no pueden ser modificadas, por lo que, a partir de ese punto, esas características tienden a la degradación y a la perdida de fertilidad afectando la producción esperada, esto se puede evitar desde un inicio al proporcionar al cultivo características edáficas optimas que sumados al material vegetal de calidad propiciarán una rentabilidad cercana a la estimada.

1. PLANTEAMIENTO TEÓRICO.

1.1. Enunciado del Problema

La pitahaya *Selenicereus megalanthus* var. *amazónica* es un frutal que cuya siembra en la irrigación de majes se viene realizando de forma directa y tradicional a nivel de huertos familiares, esto en gran parte por el desconocimiento de las tecnologías necesarias para su instalación, disminuyendo el potencial productivo del frutal y la rentabilidad que este ofrece.

1.2. Descripción del problema

Aun cuando en la Irrigación de Majes I se cuenta con una amplia gama de productos de agroexportación como son Uvas de Mesa, Palto, Granada, Capsicums, etc. La Pitahaya *Selenicereus megalanthus* var. *amazónica*, frutal que ofrece un desarrollo potencial para la región no se instala de forma correcta. La indiferencia respecto a la importancia de un proceso de enraizamiento, sumado al desconocimiento del sustrato óptimo para este proceso han generado un pobre desarrollo radicular y un retraso en las siguientes etapas de desarrollo, lo que a su vez limita la adopción de este frutal en la zona y conlleva a la no consolidación de este frutal en la agroexportación de la irrigación de Majes I.

1.3. Justificación del problema.

La pitahaya amarilla *Selenicereus megalanthus* var. *Amazónica* es un fruto cuyo consumo está promovido por la Organización Mundial de la Salud por contener antioxidantes, mucílago, ácido ascórbico, fenoles. Ser rica en Vitamina C, también contiene vitaminas del grupo B, minerales como calcio, fósforo, hierro, y tiene alto contenido en agua y posee proteína vegetal y fibra soluble. Las semillas que esta fruta contiene son comestibles, y poseen ácidos grasos beneficiosos para la salud. De entre sus propiedades se destaca su acción antiinflamatoria y antioxidante, debido a esto es categorizada como un “fruto nutracéutico”. La tendencia mundial al consumo de productos de origen natural que además tengan un beneficio para la salud viene propiciando el incremento de la demanda de frutas exóticas tales como la pitahaya, que debido a las propiedades ya mencionadas le confieren a este fruto un nicho promisorio para el desarrollo de las agroexportaciones nacionales, pues los mercados Extranjeros experimentan periodos de escasos los cuales, por un tema de contra-estación favorecido por la cantidad de microclimas peruanos podría ser aprovechado por el Perú.

Con una producción mundial estimada de 2.1 millones de toneladas, la producción de pitahaya se concentra en España, Tailandia, China, Hong Kong y Países Bajos. Los mismos que representan el 58% de las exportaciones a nivel mundial con un valor total de 907.8 millones de US\$. Mismas exportaciones que tienen como principales mercados a China, Rusia, Hong Kong, Indonesia y Alemania. (Place, 2021)

Los precios para la pitahaya rondan los 12€ en los mercados europeos y un precio promedio en chacra para exportación de S/. 6.4, la pitahaya en el Perú tiene oportunidades de crecimiento a mediano y largo plazo por encontrarse una demanda interna aun insatisfecha y una tendencia mundial al consumo de productos saludables (Riego, 2021).

La producción a nivel nacional de pitahaya se centra en los departamentos de Amazonas y San Martín, sin embargo, este frutal ha sido introducido de forma exitosa a regiones tales como Piura, Lambayeque y Junín en Chanchamayo (Gestion, 2021). De acuerdo con las cifras reportadas por el MINAGRI en el 2020, en la región Amazonas, la producción se centra en la provincia de Bongará donde se encuentran 30 hectáreas y otras 5 hectáreas en la provincia de Rodríguez de Mendoza. Piura por su parte registró para esa fecha 15 hectáreas, 3 de ellas en el sector de Tejedores, 6 ha. en Milingas San Lorenzo, 5 ha. en Medio Piura 1 ha. en Chacala Sullana (Riego, 2021).

El cultivo de pitahaya en el Perú ha incrementado un 25% en volumen producido, esto debido a la creciente demanda de productos nutraceuticos, los altos precios en mercados exteriores y las rentabilidades que ofrece este producto al agro a nivel nacional.

La plasticidad climática que tiene la pitahaya sumado a sus potenciales productivos la hacen una opción tentativa para el desarrollo económico y agroindustrial de zonas tanto tropicales como desérticas. En este aspecto es que su siembra a escalas productivas debe ser promovido en la irrigación de Majes I, pues si bien el frutal se viene instalando de forma tradicional en pequeños huertos, las potencialidades que el frutal ofrece se ven desperdiciadas posiblemente por el desconocimiento.

De acuerdo con Zambrano & Pino (2022), en términos comerciales, la pitahaya se reproduce de manera asexual usando varetas o cladodios. A pesar de esto, aún no se han desarrollado estudios ni técnicas exhaustivas que aseguren la obtención de plantas con sistemas radiculares consistentes, abundantes y de alta calidad. Esta carencia probablemente origina dificultades como bajos índices de establecimiento en el campo, demoras en la producción, así como rendimientos bajos y limitados.

Es debido a esto que al dilucidar aspectos clave como son el enraizamiento y establecimiento de los esquejes de este frutal se pretende ofrecer una nueva alternativa para la gama de productos agroexportables de la Irrigación de Majes I, misma que podría apañar su problema de derrumbes por riegos excesivos mediante la instalación de frutales con requerimientos Hídricos ecoamigables en cierta forma por su bajo Kc. En simultaneo, se mejoraría la economía de los pobladores de la zona al ofrecer no solo una alternativa rentable, sino que aumentaría los puestos de trabajo generados al cambiar cultivos como son la alfalfa *Medicago sativa* y sustituirlos con la pitahaya *Selenicereus megalanthus var amazónica*.

1.4. Objetivos:

1.4.1. Objetivo general

- Determinar la mezcla de sustrato óptima para el enraizamiento de esquejes de pitahaya *Selenicereus megalanthus var. amazónica*.

1.4.2. Objetivos Específicos

- Precisar la mezcla de sustratos de fácil disponibilidad local, que resulte idóneo para el enraizamiento de esquejes de pitahaya amarilla.
- Realizar un análisis Costo-Beneficio de los sustratos y las facilidades que estos ofrecen en la reproducción asexual de pitahaya.

1.5. Hipótesis

1.5.1. Hipótesis Nula:

- La mezcla de sustratos no tiene efecto alguno en el establecimiento de esquejes de pitahaya amarilla.

1.5.2. Hipótesis Alternativa:

- La mezcla de sustratos tiene un efecto positivo en el establecimiento de esquejes de pitahaya amarilla.

CAPITULO II.

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Análisis Bibliográfico.

2.1.1. Origen e Historia.

La pitahaya amarilla *Selenicereus megalanthus*, es una cactácea nativa de la región andina cuya distribución geográfica en Sudamérica se centra en Bolivia, Perú, Ecuador, Colombia y Venezuela. Las variedades de pitahaya (*Selenicereus megalanthus* y *Hylocereus undatus*) son originarias del continente americano, posiblemente de Colombia. Siendo lo destacable de este producto frutícola su gran variabilidad genética, su facilidad de adaptación en diversas condiciones ambientales, sus distintos usos, su gran posibilidad de industrialización y generación de un valor agregado, productividad, rentabilidad y gran aceptación en los mercados regionales e internacional (Cabrera & Navarrete, 2020).

La pitahaya *Selenicereus* spp. es originaria de México, donde fue domesticado originalmente por las culturas pre-colombinas, quienes lo recolectaban silvestremente para su alimentación y medicina, pero aún era desconocido para muchos. Fue hasta mediados de la década de 1990 que ésta súper fruta tomó realce. En la actualidad la pitahaya es considerada un fruto exótico conocido por su color y forma atractivos, además de sus recientemente descubiertas propiedades nutricionales, las que captan la atención de sectores alimentario y comercial (Agropecuaria, 2020).

2.1.2. Taxonomía

Como se observa en el Cuadro 1, la pitahaya pertenece a la familia Cactaceae, donde se distinguen 2 géneros separados, "*Selenicereus*" y "*Hylocereus*". Siendo las variedades cultivadas comercialmente aquellas pertenecientes a "*Selenicereus*" con 16 especies (Agropecuaria, 2020).

Cuadro 1:
Clasificación taxonómica de la Pitahaya Amarilla

Reino	Plantae
División	Magnoliophita
Clase	Magnoliopsida
Orden	Caryophyllale
Familia	Cactaceae- Cactácea
Tribu	Hylocereeae
Género	Selenicereus
Especie	Megalanthus

Fuente: (Agropecuaria, 2020)

2.1.3. Estadísticas Agrícolas de la Pitahaya.

El volumen producido de pitahaya en Perú es aún limitado y diminuto en relación con otros países latinoamericanos como son Ecuador y Colombia. Sin embargo, como se observa en el cuadro 2, el volumen producido y exportado de este producto tuvo crecimientos importantes en volumen y valor, incrementándose un 25% y 39% respectivamente durante el periodo 2016-2020 (Riego, 2021).

Cuadro 2:
Crecimiento de las exportaciones de pitahaya peruana

Variable	2016	2017	2018	2019	2020	CARG (2015-2020)
Volumen (ton.)	0.4	2.4	6.7	4.3	1.3	25.1%
Valor (Miles US\$)	1.7	10.6	19.2	44.6	8.3	38.5%
Precio FAO (US\$/Kg)	3.69	5.05	4.68	8.4	6.91	\$ 3.61

Fuente: (Riego, 2021)

Casi en su totalidad, la pitahaya peruana como fruto fresco tiene como destino final Aruba, pues este destino recibe el 90% de las exportaciones y países europeos como Francia, Alemania, Italia, Países Bajos y España reciben el 10% restante.

De acuerdo con García (2020) el costo de inversión para 1 ha de pitahaya tiene un valor aproximado de \$19 000 en el primer año, dividiendo los gastos en: preparación del suelo \$950, Siembra \$1 200 (donde se incluye la obtención de plantones y fertilizantes), Tutoraje \$13 000 (donde se incluye la construcción del parrón), los otros gastos que se contemplan son la adquisición de materiales y herramientas para brindar el cuidado del cultivo durante los años venideros. Así mismo se estiman los costos de producción para los 5 primeros años siendo necesarios \$9 500 el primer año, \$18 500 el segundo año, y \$22 000 a partir del tercer año, donde la inversión se estabiliza y la rentabilidad se hace notoria pues a partir del mismo se obtienen relaciones Beneficio/Costo de 2.12.

2.1.4. Generalidades Y Morfología Del Cultivo De Pitahaya.

La pitahaya amarilla, evolucionó en las selvas del neotrópico colombiano encontrándose de forma natural sobre árboles y rocas, usándolas como estructuras de soporte para que los cladodios cuelguen y así lograr fructificar. La arquitectura de la planta corresponde a una trepadora, llegando a denominarla epífita facultativa, pues es capaz de desarrollar su ciclo vegetativo sobre el suelo, una planta, pared o roca. Esto gracias a la emisión de raíces adventicias por los cladodios. Estas raíces tienen la capacidad de brindar soporte a la planta y absorber agua y nutrientes.

El fruto es indehisciente, de color amarillo para el género *Selenicereus* y sus cladodios son de color verde ligeramente opacos, los bordes en las areolas son cóncavos mientras que en la pitahaya roja el color es más oscuro y de borde convexo. En ambos casos se presentan espinas, pero el género *Selenicereus* posee 2 o 3 espinas grandes (Burgos, 2013).

a. Raíces.

La pitahaya tiene dos tipos de raíces: las raíces primarias, son las que penetran en el suelo y alimentan a la planta; las raíces secundarias o adventicias, nacen en la parte aérea de la planta y su función es de sostén (Herrera, 2017).

Su sistema radicular es fibroso con 2 o más raíces principales de las que se desprende un sistema de raíces secundarias denso. Dependiendo de la fertilidad del sustrato en que se desarrolle puede llegar a abarcar un radio de 4 metros más allá del tallo. En la propagación vegetativa de pitahaya, las raíces salen de los haces basculares motivo por el cual durante la propagación no deben enterrarse los esquejes más de 5cm debido a que la emisión de raíces se retrasa pues las raíces que se desarrollan en la profundidad buscan

salir a la superficie. En suelos sueltos, el sistema radicular ocupa de 30-40 cm alrededor del tallo y profundiza hasta 30 cm. (Burgos, 2013).

b. Tallos.

Denominados Cladodios, los tallos sustituyen a las hojas en su capacidad fotosintética, estos son casi siempre aplanados, el grosor varía desde los 4 a 10 cm dependiendo del clima, el desarrollo de la planta y la exposición a la luz. Tiene tres aristas o costillas, sobre las que se encuentran las areolas, que son exclusivas de las cactáceas. Las areolas son altamente fértiles, de estas nacen los brotes vegetativos o reproductivos. Tienen unos pelos o tricomas muy cortos lo que parece un cojín de lana.

Sobre la areola crecen las espinas, que pueden ser dos o tres, las espinas en los cactus son tejidos muertos y mineralizados que se originan de las areolas, o sea, de los tejidos interiores, no de la epidermis (Burgos, 2013).

Los tallos son suculentos, de epidermis o superficie exterior gruesa, característica que permite que se desarrollen bien en zonas de baja precipitación. El cierre de estomas, la presencia de mucílago y otras sustancias en los tallos regulan la pérdida excesiva de agua en la época seca, así como en las horas más calientes del día (López, 2002).

c. Flores.

Las flores de la pitahaya son de forma de trompeta, de color blanco, amarillo o rosado. Emergen en la parte de los tallos con mayor exposición a la luz solar, y la emisión de estas depende del correcto equilibrio entre las condiciones climáticas y el estado nutricional de la planta (López, 2002).

Las flores son hermafroditas y actinomorfas, se insertan directamente sobre los tallos, tienen forma tubular, realizan la antesis en horas de la noche y cierran en las primeras horas de la mañana, la fragancia va en aumento conforme las horas pasan. Tienen un receptáculo en forma de tubo, con una longitud que varía desde los 30-40cm y de abundantes protuberancias y brácteas de cuyas bases nacen largas espinas, en el extremo nacen los sépalos de color amarillo y los pétalos blancos. La flor tiene un ovario ínfero. Posee gran cantidad de estambres (más de 300) y un estigma con múltiples divisiones (Burgos, 2013).

Cuando una flor no ha sido fertilizada se torna amarillenta y se cae en su totalidad entre los 4 a 6 días después de la floración, mientras que cuando la flor ha sido fertilizada

aumenta enormemente en volumen y mantiene su coloración verdosa, indicando que el fruto ha cuajado. Entre las 20:00 y 20:30 las flores se abren, y se cierran a las 14:00 del siguiente día, después de ser polinizada. Pocas horas antes de la apertura completa de la flor ocurre la dehiscencia (Gunasena, 2007).

En sus países de origen, los murciélagos o polillas de la familia *Sphingidae*, del género *Manduca* actúan como polinizantes, de igual manera, en las zonas productoras de Asia y Latinoamérica, no hay presencia de problemas relacionados con los rendimientos de la fruta a causa de una mala polinización (Burgos, 2013).

d. Fruto.

El fruto es una baya indehisciente, que se torna amarilla al madurar. Cuando se inicia el llenado de la antesis es verde, con protuberancias que toman el nombre de mamilas; en el extremo tiene una bráctea y en la base de esta nacen espinas cuyo número varía entre cuatro y ocho por sitio; inicialmente son de color morado y al ir madurando el fruto cambian el color a marrón. Tiene un gran número de semillas de color negro o café, brillantes y cubiertas por un arilo. El porcentaje de germinación de la semilla está cerca del 100% y la viabilidad almacenada a temperatura ambiente después de seis meses es por encima del 90%. Los frutos varían entre los 70 y 390 gramos, el diámetro entre los 45-90mm y la longitud va de los 80-140mm (Burgos, 2013).

La cáscara representa del 46-55% del peso total y el fruto tiene una vida anaquel de cuatro semanas a condiciones ambiente, tiempo que duplica a las variedades de pulpa roja.

A los 25 días después de la floración, ocurre el cambio de color de la cáscara, tornándose de verde a amarilla, este proceso se completa a los 5 días después del primer cambio de color. Entre los 25 y 41 días posteriores a la floración, se incrementa significativamente el peso seco de la pulpa del fruto, y disminuye el porcentaje de agua de la cáscara, el peso seco de la cáscara, así como la firmeza del fruto, el cual alcanza su madurez entre los 30 y 50 días después de la floración (Gunasena, 2007).

2.1.5. Eco-Fisiología Del Cultivo De Pitahaya.

Conforme a las experiencias productivas reportadas, la pitahaya se desarrolla entre los 1400 y 1700 msnm, con temperaturas que fluctúan entre 14 y 26°C. También se hace referencia al tipo de suelo de textura suelta con un pH entre 5,5 y 6,5, con altos contenidos de materia orgánica.

De acuerdo con lo reportado por Burgos (2013), el desarrollo vegetativo varía en función al piso térmico en que se desarrolle. A 1.011 msnm se puede prolongar hasta 11 meses, donde predomina una temperatura media de 25°C, humedad relativa del 80% y precipitación media anual de 1.127 mm. A 1.600 msnm el desarrollo vegetativo se extiende hasta 18 meses, con condiciones de temperatura media de 20°C, humedad relativa de 84% y precipitación media anual de 1.500 mm.

El desarrollo del nuevo brote reproductivo inicia con la formación de un abultamiento en la parte superior de las areolas o región próxima a las espinas opuestas a la que determina la polaridad del cladodio. El color rojizo y forma redondeada del abultamiento formado, se convierte en la primera característica morfológica que indica que se dará origen a un brote reproductivo. En adelante, el brote continúa el crecimiento con la formación de brácteas aplanadas, dando una apariencia globosa. Al igual que con el desarrollo vegetativo, la altitud y temperaturas influye en el desarrollo del brote reproductivo y la antesis pudiendo prolongarse este proceso desde 36-46 días. El comportamiento productivo se rige por un marcado termino en el desarrollo vegetativo de los cladodios para dar paso a una fase reproductiva. Es decir, los cladodios con desarrollo vegetativo activo no tienden a producir. Los cladodios se dividen en ramas 1ras, ramas 2das y así sucesivamente dependiendo de la edad de la plantación (Burgos, 2013).

2.1.6. Practicas Agronómicas relacionadas con el cultivo de pitahaya.

a. Sistema de conducción.

El cultivo de pitahaya se maneja principalmente con un sistema de conducción en “T simple” y “A invertida o triángulo”, la construcción de estos depende de los materiales disponibles para cada localidad siendo los más utilizados postes de madera, postes de cemento y la siembra asociada a árboles. Como parámetro general se recomienda que la altura de la estructura de soporte sea de 1.8m.

Otras estrategias es la construcción de estructuras metálicas con forma de prisma cuadrangular o triangular con altura efectiva de 1.8m y bases enterradas de 0.4m, el ancho de estas estructuras tiende a ser de 1m² para este último, los distanciamientos de siembra son de 3x3m (Burgos, 2013).

b. Enraizamiento de esquejes.

En la etapa de enraizamiento, los esquejes deben ser preferiblemente maduros de entre 20-40 cm de longitud, o que ya no tengan una zona de desarrollo vegetativo activa. Después de cortados, deben ser desinfectados con una mezcla de insecticidas y fungicidas, a continuación, se dejan las mezclas sugeridas por Ramos 2017:

- Malathion (Malathion®) 100 cc + [Mancoceb + Zineb (Dithane M 45®,)] 100 cc, en 100 litros de agua.
- Diazinón (Basudín 60 EC®) 100 cc + Benomilo (Benlate®) 60 g, en 100 litros de agua.
- Carbaryl (Sevín 80 SP®) 100 cc + Manzate® 500 g en 100 litros de agua

Una vez desinfectadas se dejan en un sitio cubierto por cuatro a seis días para realizar el proceso de curado. Los sustratos utilizados para este propósito van desde combinaciones como una mezcla de tierra, carbonilla y cascarilla de arroz en una proporción de 2:1:1, sin embargo, la recomendación general es proporcionar un sustrato que retenga buena humedad, sea poroso, rico en materia orgánica y no se compacte, de igual forma se recomienda desinfectar el sustrato con prácticas tales como la solarización por 8 días con plástico negro.

La siembra se realiza en bolsas independientes de 5kg con un tutor cuidando de no enterrar el esqueje más de 5 cm. Después de 40 días de haberse puesto los esquejes en el sustrato, empiezan la aparición de brotes vegetativos, lo que indica que el sistema radicular está en desarrollo, para este periodo se recomienda una sombra del 45%, el trasplante se realiza cuando los brotes tienen una altura de 50cm (Burgos, 2013).

La rizogénesis de los esquejes se produce por un efecto de desdiferenciación promovido por la presencia de auxinas y la traslocación de carbohidratos a las partes basales de los esquejes (Ramos, 2017).

c. Poda de Formación.

La poda de formación consiste en seleccionar tallos que crezcan en diferentes direcciones, para evitar aglomeraciones que favorezcan pudriciones por diferentes patógenos; además, con este tipo de poda se facilitan otras labores culturales, tales como: aplicaciones fitosanitarias, control de maleza, cosecha, etc. Se deben podar todos los brotes que la

planta emite entre el nivel del suelo y un metro de altura, con el fin de formar una canasta en la parte superior del tutor (López, 2002).

La cantidad de brotes o ramas secundarias depende principalmente del sistema de conducción que se vaya a utilizar, la poda debe priorizar el desarrollo de los brotes seleccionados por lo que los brotes secundarios y brotes reproductivos que aparecieran deberán ser eliminados hasta que los brotes seleccionados alcancen el tutor.

d. Poda Sanitaria.

En este tipo de poda se eliminan partes de cladodios donde se observen signos de enfermedad o afecciones de insectos. Los restos eliminados deben ser enterrados a una profundidad no menor a 30cm para evitar la reinfección de las plantas sanas (Burgos, 2013).

e. Poda de Producción.

Conocida como poda de entresaca, consiste en eliminar los brotes no productivos de la parte interna. Esto se realiza a partir del primer año de establecido el cultivo y tiene por objetivo controlar el número y la ubicación de los cladodios reproductivos. Esto consiste en eliminar entre 5 a 10cm de la parte apical de los cladodios que tengan una longitud mayor a 70cm con la finalidad de inducir a la floración (Burgos, 2013).

f. Fertilización.

La pitahaya es un frutal que responde muy bien a una fertilización netamente orgánica llegando a producir 12 tn/ha, sin embargo, diversas investigaciones resaltan un incremento de la producción cuando los macronutrientes provienen de fertilizantes químicos, pues sus formas más disponibles favorecen la producción. En este contexto, en plantaciones con un distanciamiento de 2.5 x 2.0 m. se registraron producciones cercanas a las 32 tn/ha con dosis de fertilización de N 135, P 78, K 63. Herrera 2017, destaca el incremento en la producción a niveles ascendentes de N y K (Herrera, 2017).

De igual forma se realizan fertilizaciones foliares con la finalidad de mejorar el cuajado de flores, los abonos foliares que se pueden usar son: Bayfolán®, Kinfol®, Newffol®, y úrea. Los dos primeros corrigen deficiencias de elementos menores como Zn, Cu, Mg, etc., el tercero aporta aminoácidos esenciales para los procesos fisiológicos de la planta y el último aporta nitrógeno (López, 2002).

Cuadro 3:

Requerimientos nutritivos del cultivo de pitahaya

Edad del cultivo	Nitrógeno	Fósforo	Potasio
	(kg/ha)	(kg/ha)	(kg/ha)
Año 1	95	33	100
Año 2	140	50	150
Año 3	187	66	198
Año 4 al 20	187	66	198

Fuente: (Jordan, 2009).

2.1.7. Problemas fitosanitarios.

a. Mosca del botón floral de la pitahaya, *Dasiops saltans* (Townsend), (Díptera: *Lonchaeidae*)

Este insecto se alimenta de las estructuras internas del botón floral, ocasionando el deterioro y caída, y como resultado la disminución de la producción potencial del cultivo. *Dasiops saltans* generalmente está presente durante el periodo de floración, atacando los botones florales de la pitahaya amarilla el cual es el único hospedero conocido, sin embargo, se desconoce la actividad durante el periodo vegetativo de la planta (Burgos, 2013).

b. Pudrición basal causada por *Fusarium sp.*

La enfermedad inicia con una lesión amarilla sobre la base del fruto, de máximo cinco milímetros de diámetro en el sitio donde éste se une a la penca. La afección va desarrollándose sobre la epidermis del fruto y dependiendo de las condiciones ambientales y nutricionales de la planta puede llegar a afectar hasta 50% de la superficie, la enfermedad se reconoce por el color amarillo de la epidermis y una pudrición blanda de color café. La parte afectada siempre adquiere color amarillo, así el fruto no haya llegado a la madurez (Burgos, 2013).

c. Antracnosis causada por *Colletotrichum sp.*

El hongo ataca tallos y frutos, presentando manchas secas y hundidas de color negro. Estas lesiones son rodeadas por un halo rojizo y en la parte exterior de color amarillo (Burgos, 2013).

La enfermedad en los frutos se inicia desde que se abre la flor de la pitahaya, en estos se observan lesiones amarillas o pardas de consistencia blanda, las cuales pueden avanzar desde la base del fruto llegando a podrir por completo los frutos en los casos más extremos (OIRSA., 2000).

d. Ojo de pescado causada por *Dothiorella sp.*

Esta enfermedad causa Manchas circulares de color café con puntos rojo-anaranjados en el centro similar al ojo de un pez, las mismas que de no ser combatidas a tiempo cubren todo el tallo disminuyendo la capacidad fotosintética de la planta (López, 2002).

e. Pudrición suave de la penca por *Erwinia sp.*

Esta enfermedad causa manchas amarillentas de aspecto húmedo, las que conforme se van desarrollando, se hinchan dando lugar a una posterior pudrición acuosa que emite un olor desagradable. En infecciones avanzadas se llega a podrir toda la planta dejando solo la parte leñosa de esta. La bacteria penetra por las heridas presente en los tejidos, se puede diseminar por medio de herramientas contaminadas y de insectos. Su desarrollo se favorece por condiciones de alta humedad relativa y alta temperatura (Herrera, 2017).

f. Manejo Integrado Fitosanitario.

El manejo integrado fitosanitario de la pitahaya al igual que el de todo frutal, integra métodos preventivos que inician desde la selección de material de propagación sano y viable. Continúa con una óptima preparación del suelo, para dar lugar a la realización de las labores culturales oportunas. Durante el ciclo de cultivo debe realizarse un monitoreo periódico y continuo que permitirá controlar de manera efectiva y a tiempo cualquier plaga o enfermedad que se presente, evitando llegar al umbral de daño económico, reduciendo de esta forma el impacto medioambiental por el uso de agroquímicos (Herrera, 2017).

Para el manejo de las plagas y enfermedades es preciso implementar prácticas como: selección de material sano para la siembra, podas fitosanitarias, solarización de fuentes

infectadas y retiro del campo de cultivo, desinfección de herramientas, manejo de malezas, instalación de trampas entomológicas para el caso la mosca del botón floral, aplicación de productos fungicidas e insecticidas (Herrera, 2017) (Burgos, 2013).

2.1.8. Sustratos para enraizamiento

Los sustratos son la parte física que actúa de soporte para las plantas, propicia el mantenimiento de temperatura, humedad y aireación. Para ello, un buen sustrato debe estar limpio y debe ser capaz de mantener las cualidades anteriormente mencionadas. Por lo general, un sustrato es la combinación de varios materiales orgánicos o inorgánicos, aunque esta característica no es excluyente pues también puede estar compuesto solo de un material (Arroyo, 2013).

a. Suelo franco arenoso

El suelo es por lo general el sustrato definitivo en el que se desarrolla un cultivo, un suelo franco arenoso tiene predominancia de arena, la arcilla y el limo se encuentran en menor medida, por lo general estos dos componentes no superan el 30%. En la irrigación de Majes, este tipo de suelo es el que predomina, se caracteriza por su pobre contenido de M.O., Ph generalmente neutro y pobres capacidades de retención de humedad.

b. Arena gruesa

La arena es un material inorgánico de granulometría uniforme que va desde los 0.2 a 2.5 mm, este sustrato aporta peso y aireación al mismo tiempo, pues no retiene la humedad de forma eficiente debido a su baja porosidad. Por lo general estos materiales son baratos y de fácil disposición, pero a su vez también suele contener sales, lo que hace necesario un lavado (Arroyo, 2013).

c. Piedra pómez

La piedra pómez es una roca de origen volcánico de tonalidades blancas a grises, tiene una contextura esponjosa y porosa, el tamaño de sus partículas es variado, pero por lo general va desde los 1.5 a 3.1 mm de diámetro. Este sustrato tiende a atrapar el aire evitando la completa saturación aportando aireación (Arroyo, 2013).

d. Compost

El compost es el producto final de la degradación aeróbica de la materia orgánica, los materiales utilizados son residuos hortícolas y materia orgánica, estos residuos pasan por

una fase termófila y otra fase de maduración, lo que da como producto final un material estable, esterilizado y de gran contenido de M.O. lo que lo hace un buen sustrato para el enraizamiento (XU, 2015).

e. Estiércol descompuesto

El estiércol es una mezcla de eses de animales con orines y otros materiales varios que se pudieran encontrar en un establo, el estiércol vacuno aporta en promedio 4.4g/kg de nitrógeno, 0.9 g/kg de fosforo y 4.2g/kg de potasio. Estos valores referenciales pueden variar por la alimentación y otros factores influyentes, pero en general, las características nutricionales y físicas de este material lo hacen un buen sustrato una vez este ha sido descompuesto (Martinez, 2006).

2.2. Antecedentes de investigación

2.2.1. Análisis de tesis

En el experimento realizado por Gomez Cencia (2023), cuyo objetivo fue determinar el mejor tratamiento en la longitud, número, biomasa fresca y seca de las raíces de pitahaya (*Hylocereus* spp.) variedad Physical graffiti; así como, determinar el mejor tratamiento en la biomasa fresca y seca de los esquejes. Se estudiaron tres niveles de Root-hor: 0, 0.5 y 1.0%; dos tamaños de esquejes: 20 y 40 cm; tres tipos de sustratos: arena (100%), arena:vermicompost (50%:50%) y vermicompost (100%); conformando 18 tratamientos con tres repeticiones cada uno. Se empleó un diseño experimental completamente al azar (DCA), con arreglo factorial 3x2x3. Los resultados demostraron que la inmersión de esquejes de pitahaya de la variedad Physical graffiti de un tamaño de 20 cm, sometidos a una inmersión de Root-hor® al 0.5% y colocados en un sustrato constituido por arena:vermicompost (1:1) fue el mejor tratamiento al promover el mayor efecto en la longitud (15.8 cm), número (80.5), biomasa fresca (8.6 g) y biomasa seca (3.3 g) de las raíces. El mejor tratamiento para lograr mayor biomasa fresca (230.6 g) y biomasa seca (55.3 g) de esquejes fue la inmersión de esquejes de 40 cm en una dosis de Root- hor® al 0.5% enraizados en un sustrato conformado por arena y vermicompost (1:1). De esta forma se establece la importancia de las características del sustrato en la generación de biomasa.

Vargas Giraldo (2023), realizó un experimento con el objetivo de evaluar el enraizamiento de esquejes como método de propagación asexual de pitahaya (*Hylocereus*

undatus) por medio hidropónico de raíces flotantes con dos enraizantes en la provincia de Camaná, departamento de Arequipa. Para la investigación se empleó un DBCA con 4 tratamientos y 3 bloques, Los tratamientos que se emplearon en la investigación fueron los enraizantes comerciales: Testigo (T0), Rapid-Root (AIB) (T1), Root-Hor (ANA) (T2) y como mezcla se utilizó Root-Hor más Rapid Root (T3). El experimento tuvo una duración de 90 días realizándose evaluaciones a los 60 y 90 días respectivamente. Se evaluaron variables como: Número de raíces, longitud de raíces, número de brotes, tamaño de esqueje final. Dando como resultado que entre los enraizantes evaluados solo se encontró diferencia significativa en la longitud de raíces con Root-Hor en el T2 obteniendo 36.20 cm y con respecto a los tratamientos número de brotes, número de raíces y tamaño de esqueje final no se presentó diferencia estadística, pero si diferencia numérica.

Carrera Abanto (2023), realizó un experimento el objetivo de determinar los efectos de los microorganismos eficientes (EM) en el enraizamiento y desarrollo vegetativo de cladodios de pitahaya (*Hylocereus undatus*). Las evaluaciones se realizaron en unidades experimentales homogéneas compuestas por 48 cladodios de pitahaya de 30 cm, las variables independientes fueron los EM en dosis de 25 ml/L, 50 ml/L y 75 ml/L. Utilizando un diseño completamente al azar (DCA) con cuatro tratamientos y doce repeticiones. Los datos obtenidos fueron sometidos ANOVA y posteriormente a la comparación de medias (Tukey, $p \leq 0.05$). Los resultados obtenidos demostraron que la aplicación de EM tiene una influencia significativa en la longitud de brote, peso fresco y peso seco de brote, así como en la longitud de raíz, peso fresco y peso seco de raíz, logrando incrementar sus valores con la aplicación de 75 ml/L de EM (T3). Los parámetros evaluados en cada variable tuvieron una tendencia al incremento a medida que la dosis aplicada fue mayor. Sin embargo, no se encontraron diferencias significativas en las medias en todas las variables a dosis de 50 ml/L de EM (T2) y 75 ml/L de EM (T3).

En el experimento realizado por Tuesta (2022), con el objetivo de medir el Efecto del bioestimulante Root Hor y su interacción con sustratos en la propagación vegetativa de pitahaya amarilla (*Hylocereus megalanthus*) en vivero, Huarangopampa - Amazonas 2022. Cuya muestra fueron 144 esquejes. Se instaló bajo un diseño experimental DCA con arreglo bifactorial de 3A x 4B, 12 tratamientos, tres repeticiones; colectando los esquejes de parcelas productivas en la provincia de Bongará, seleccionando genotipos superiores, correspondiendo a la variedad amarilla; en vivero fueron homogenizados,

tratados con Root hor a dosis de 3 ml, 5 ml y 7 ml y un testigo (0 ml), los sustratos fueron tres combinaciones de tierra agrícola de montaña, compost y pajilla carbonizada. Las variables vegetativas fueron evaluadas con un intervalo de 15 días y las variables de enraizamiento al final de la investigación. obteniendo como resultado que en su mayoría todas las interacciones del bioestimulante Root Hor tuvieron porcentajes de enraizamiento cercanos al 100% sin ser estadísticamente diferentes. El S3 (tierra agrícola + pajilla de arroz carbonizada 3:1 v/v) manifestó mejor efecto tamaño de brotes (53.02 cm), tamaño de raíces (10.26), número de raíces (3.5), MSR (4.22); en interacción con la dosis 5 ml de Root hor. Se concluye que Tierra agrícola + pajilla carbonizada + 5 ml de Root hor la propagación vegetativa del cultivo de pitahaya es posible mediante esquejes sobresaliendo el T11. Esta investigación sugiere que indistintamente del nivel de bioestimulante que se utilice, son los sustratos aquellos que tienen un mayor efecto en el desarrollo de biomasa de los esquejes en la propagación de pitahaya.

En el experimento realizado por Zambrano & pino (2022), con el objetivo de determinar el método adecuado de propagación asexual de pitahaya roja (*Hylocereus undatus*) y amarilla (*Selenicereus megalanthus*) en el Valle del Río Carrizal. Se evaluaron los tratamientos evaluados fueron: Longitud de varetas 0,80m + Enraizante Citokyn (T1), Longitud de vareta 0,80m + Enraizante Trichotic (T2), Longitud de vareta 0,80m + Sin enraizante (T3), Longitud de vareta 0,50m + Enraizante Citokyn (T4), Longitud de vareta 0,50m + Enraizante Trichotic (T5) y Longitud de varetas 0,50m + Sin enraizantes (T6). Teniendo como variables respuesta: Porcentaje de enraizamiento (%), peso de la masa radicular (g), días de brotación, número y longitud de brotes (cm) y porcentaje de mortalidad (%). Los resultados de los tratamientos compuestos por varetas de 0,80m mostraron mayor número de brotes y longitud en ambas especies de pitahaya, el peso de masa radicular presentó los mejores resultados en varetas de 0,50m y en las variables de porcentaje de mortalidad, enraizamiento y días de brotación existió igualdad entre tratamientos evaluados. Así mismo el factor tamaño de varetas presentó diferencias significativas ($p < 0,05$) para ninguna de ellas.

En el estudio realizado por Alcarazo Frias (2021) cuyo objetivo fue evaluar la influencia de dos productos hormonales con tres dosis auxínicas en el enraizamiento de cladodios de Pitahaya en Nueva Cajamarca, se empleó un diseño completo al azar con arreglo bifactorial 2 x 3 con un testigo adicional. El primer factor fueron los productos hormonales: Root-Hor y Max Rayz, el segundo factor fueron las dosis auxínicas: 1 000,

2 000 y 3 000 ppm. La interacción de los factores permitió la obtención de 6 tratamientos y un testigo, con una duración de 90 días recopilando datos cada 30 días. Evaluando variables como: número de raíces, tamaño de raíces, masa radicular, longitud del brote y curva de crecimiento. Obteniéndose como resultado que, en cuanto al número de raíces, solo existieron diferencias entre los productos, siendo Root-Hor el producto que obtuvo 5,85 raíces a los 90 días, En cuanto al tamaño de raíces, no existieron diferencias entre los tratamientos con el testigo, la longitud promedio a los 90 días fue de 26 cm. En cuanto a masa radicular y longitud de brote, solo existieron diferencias significativas entre los productos, siendo Root-Hor superior a Max Rayz, cuyos valores a los 90 días fueron 50,89 g y 47,47 cm respectivamente, pero no existieron diferencias entre los tratamientos con el testigo. Respecto a la curva de crecimiento, el tamaño de raíces tiene un crecimiento constante durante los 90 días, pero la curva para la masa radicular en los tratamientos presenta un crecimiento exponencial, pero el testigo presenta un crecimiento constante. Concluyéndose que la aplicación de estos productos bajo estas dosis solo tiene efecto en el número de raíces.

En el estudio realizado por Estuardo (2020), con el objetivo de evaluar el efecto de sustratos y enraizadores en la propagación vegetativa de la pitahaya a los 120 días; Jacaltenango, Huehuetenango, bajo el diseño experimental completamente al azar con arreglo combinatorio de tratamientos, donde se realizaron doce tratamientos y cuatro repeticiones, evaluando como factor A, tres sustratos (tierra negra, broza, arena) y como factor B, tres enraizadores (ácido giberélico, ácido indolbutírico, citoquinina), sin enraizador como testigo. o. Las variables respuestas fueron crecimiento vegetativo (porcentaje de estacas enraizadas, número de brotes, longitud de brotes), crecimiento radicular (longitud de raíces, peso de raíces en fresco, peso de raíces en seco), se realizó un análisis económico para establecer la utilidad y rentabilidad de los tratamientos. Los mejores resultados obtenidos en el factor A, broza como el mejor sustrato y en el factor B, ácido indolbutírico como el mejor enraizador, las mejores interacciones (AxB) de los tratamientos que presentaron mejores resultados son: broza + ácido indolbutírico (T6) y arena + ácido indolbutírico (T10). En dicho estudio se obtienen las mejores medias en el factor sustrato en la broza, pues la composición de este y las capacidades que le confieren lo hacen óptimo para el desarrollo de los esquejes de pitahaya.

En el estudio realizado por Pilar (2019), con el objetivo de evaluar el efecto de tres mezclas de sustratos en la propagación de pitahaya amarilla (*Selenicereus megalanthus*)

por estacas. Donde se empleó un Diseño Completamente al Azar (DCA) con 3 plantas por 3 tratamientos y 3 repeticiones. Siendo los tratamientos son T1 (1 Arena: 1 Turba: 1 Humus), T2 (2 Arena: 1 Turba: 1 Humus) y T3 (3 Arena: 1 Turba: 1 Humus). Los parámetros de evaluación fueron tamaño de brotes, diámetro de brotes, número de brotes, longitud de raíces y número de raíces. Dando como resultado que la mezcla de sustrato 3 Arena: 1 Turba: 1 Humus, es el óptimo para la propagación de pitahaya amarilla (*Selenicereus megalanthus*). También, se estableció utilizando el tratamiento T3 con la mezcla de sustrato 3 Arena: 1 Turba: 1 Humus, se obtiene la mejor calidad de plantas de pitahaya amarilla (*Selenicereus megalanthus*), pues se obtuvieron resultados superiores en el tamaño de brotes, diámetro de brotes, número de brotes, longitud de raíces y número de raíces.

Rodríguez Portocarrero (2019), realizó un experimento con e objetivo de evaluar el efecto del ácido indolbutírico en la propagación vegetativa de la pitahaya amarilla (*Selenicereus megalanthus* Haw.) en diferentes sustratos bajo condiciones de vivero, Para el desarrollo de la investigación se utilizó esquejes homogéneos, diferentes dosis de ácido indolbutírico (AIB), diferentes sustratos (tierra negra, turba y tierra negra más turba) y se realizó un diseño experimental completamente al azar con arreglo factorial de $4 * 3$ con 12 tratamientos y tres repeticiones. Así mismo se realizó el análisis de varianza ($p \leq 0.05$) y la prueba de Tukey ($P \leq 0.01$). En lo cual se obtuvo como resultado que el ácido indolbutírico tiene un efecto en la propagación vegetativa de la pitahaya amarilla, ya que en dosis AIB de 4000mg/L, 3000mg/L, se obtuvo mayor longitud y mayor número de raíces, dicho resultado también se obtuvo con la turba, sin embargo, obtuvimos resultados no significativos en la interacción de sustrato y AIB. En conclusión, el ácido indolbutírico no tiene significancia cuando se utiliza en interacción con los sustratos antes mencionados.

El experimento realizado por Ramos (2017), en pitahaya amarilla, evaluó tipos de sustratos (Franco arenoso: 75% arena de río + 25% tierra agrícola; Enriquecido: 50 % arena + Turba 25 % + humus de lombriz 25 %; Franco arcilloso: tierra agrícola 75% + humus d lombriz 25 %) más un sustrato testigo suelo tradicional con dos tamaños de cladodios de 45cm y 30 cm, en la propagación asexual de pitahaya durante 120 días. Su objetivo fue evaluar la interacción de los tipos de sustrato con dos tamaños de cladodios en la propagación asexual de la pitahaya amarilla (*Cereus triangularis*). La investigación se localizó en el distrito de Churuja, provincia de Bongara, región Amazonas. En este

experimento, se estableció que un sustrato franco arcilloso influye en una mayor emisión de brotes y la longitud de estos. Con respecto a la longitud de la raíz, fue el sustrato Enriquecido el de mejor resultado (Enriquecido: 50 % arena + Turba 25 % + humus de lombriz 25 %), pues el desarrollo radicular se ve influenciado por la temperatura y retención de agua fácilmente aprovechable que el sustrato pudiera proporcionarles a los esquejes.

Zaruma (2015), realizó un estudio en pitahaya amarilla *Cereus triangularis* (L.) Haw, con el objetivo de evaluar tres enraizantes (ANA, estiércol bovino enriquecido con fósforo y dos cepas de *Trichoderma harzianum* ThLE24 y ThLE26) y dos tamaños de cladodios (30 y 50 cm de altura) en la propagación asexual de pitahaya durante 120 días en la región amazónica de Ecuador, utilizando un diseño de bloques al azar en arreglo bifactorial. Los resultados de dicho experimento determinaron que los cladodios de 50 cm fueron superiores a los de 30 cm, influyendo significativamente en las variables longitud de brotes (101,52 cm), peso de brotes (122,98 g), número de raíces (6,21) y peso de raíces (13,62 g). Recomendando propagar pitahaya utilizando cladodios de 50 cm, Respecto a los enraizadores evaluados, el tratamiento con *Trichoderma harzianum* cepa ThLE24 fue el que obtuvo un mayor promedio con 33.09cm a los 120 días, los demás tratamientos incluidos el testigo obtuvieron medias estadísticamente similares, de este estudio se puede concluir que los carbohidratos de reserva tienen mayor significancia estadística en el enraizamiento de pitahaya.

En el trabajo realizado por Miranda & Ubeda (2013) con el objetivo de seleccionar el sustrato adecuado en el cultivo de nopal y pitahaya y evaluar su efecto en la cantidad de brotes, así como la longitud, diámetro y biomasa para los brotes y raíces. Los tratamientos que se utilizaron fueron abonos orgánicos: humus de lombriz + suelo (dosis de 50% cada uno), compost + suelo (dosis de 50% cada uno), lodo industrial + suelo (dosis de 50% cada uno) y arena (dosis de 100%). A los 63 días de haber establecido el ensayo los resultados obtenidos para ambas especies fueron que el humus de lombriz, compost y lodo industrial tuvieron mayor efecto en las variables, sin embargo, en los indicadores diámetro de raíz, la arena obtuvo el primer lugar en la especie de pitahaya y biomasa de las raíces, peso seco obtiene el primer lugar para ambas especies. Esto sugiere que los mejores sustratos para el enraizamiento de esquejes de ambas especies son aquellos que tienen un buen contenido de materia orgánica pues esta le confiere al sustrato retención de humedad y espacios porosos óptimos para la rizogénesis.

2.2.2. Análisis de trabajos de investigación

Garbanzo (2021), desarrolló una investigación en pitahaya *Hylocereus spp.* con el objetivo de Evaluar el efecto de diferentes tamaños de cladodios y soluciones naturales (bioestimulantes) sobre el crecimiento, desarrollo de raíces y brotes. La investigación fue compuesta por dos experimentos; en el primero se utilizaron cladodios de 40 cm bajo tres soluciones naturales (agua de pipa, coco y lentejas) a concentraciones de 150, 300 y 600 ml.L-1. En el segundo, se evaluó el tamaño de los cladodios entre los 20 y 110 cm. Todos los cladodios se sembraron durante 60 días en bolsas de vivero (2 L) y luego se midió el largo y ancho del brote, longitud y número de raíces, peso seco y fresco de raíces, y la medida alométrica “LxA”. El sustrato para todas las unidades experimentales fue compuesto por una mezcla de 40% de cascarilla de arroz (granza) y un 60% de suelo oscuro (textura franca). Esto con el fin de generar un sustrato con buena aireación, consistencia y poca retención de agua para evitar patógenos. A los 60 días después de sembrado (dds), se realizó un muestreo destructivo de las plantas. Para mantener la menor destrucción de raíces. Los bioestimulantes mostraron un efecto positivo en la longitud de raíces con 3cm por arriba de la media obtenida para el tratamiento testigo (23cm). La variable Tamaño de Esqueje mostró que los cladodios de 40cm tienen un mejor resultado en la emisión de brotes, longitud y peso seco de estos. Esto destaca la importancia del contenido de carbohidratos de reserva en el éxito de la propagación asexual de pitahaya.

CAPITULO III.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Materiales

3.1.1. Localización del trabajo

3.1.1.1. Localización espacial

La presente investigación se llevó a cabo en el vivero del Fundo “Hermanos Bedoya” en el Sector E-4 Parcela 20 en la Irrigación de Majes I, provincia de Caylloma.

Coordenadas:

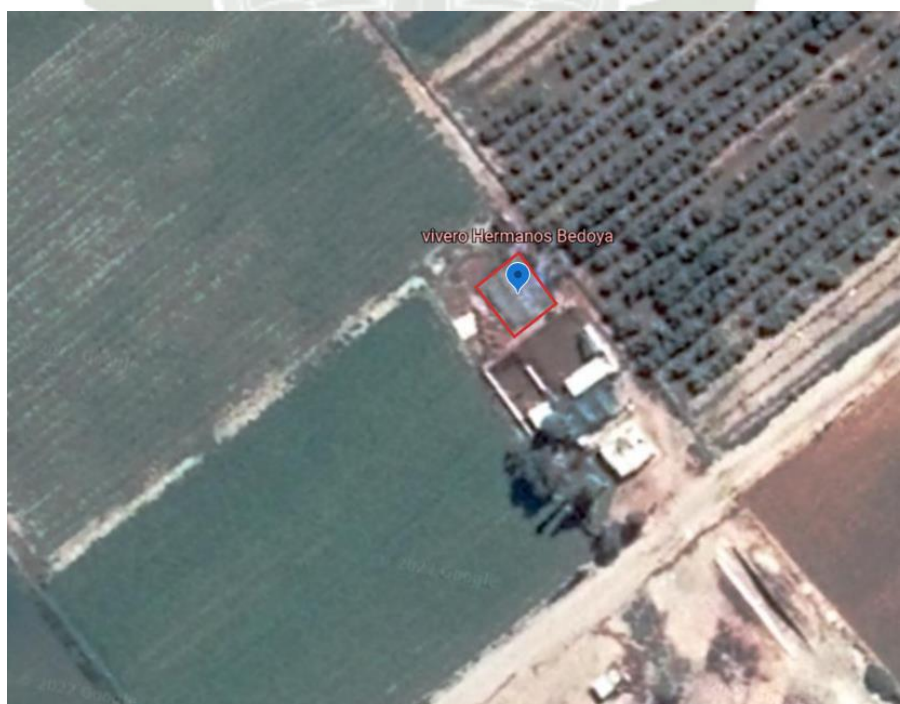
Latitud: $-16,2952027^{\circ}$

Longitud: $-72,18593^{\circ}$

Altitud: 1410 msnm

Imagen 1

Croquis de la localización espacial del experimento



Fuente: Google maps.

3.1.1.2. Localización temporal

La investigación se realizó en entre los meses de Octubre - Enero del año 2022 y 2023.

3.1.2. Materiales biológicos

- Esquejes de pitahaya amarilla *Selenicereus megalanthus* var. *amazónica* provenientes del huerto madre del fundo del sr. Lorenzo Catarí en la irrigación Pampas de la Amistad.

3.1.3. Materiales de laboratorio

- Vernier
- Balanza con precisión en gramos.

3.1.4. Materiales de campo

- Machete
- Pala
- Sierra de podar.
- Carretilla
- Regadera
- Wincha
- Zaranda
- Carteles
- Bolsas de polietileno de 14*30 cm, 2L
- Tierra de chacra.
- Compost
- Arena gruesa lavada.
- Piedra pómez
- Estiércol vacuno descompuesto
- Carrizo para tutorado.

3.1.5. Materiales de escritorio

- Cámara fotográfica
- Calculadora
- Computadora

- Tablero portapapeles
- Plumón indeleble
- Lapiceros
- Micas
- Regla vernier

3.2. Métodos

3.2.1. Muestreo

a. Universo:

De acuerdo con lo reportado por Herrera en 2017, los mejores rendimientos en el cultivo de pitahaya se alcanzan con un distanciamiento de 2.5m entre surcos y 2m entre plantas, lo que nos da un total de 2 000 plantas por hectárea y conformaría nuestro universo.

$$\text{Plantas por hectárea} = \frac{10\,000\,m^2}{2.5m * 2m}$$

b. Tamaño de muestra:

La fórmula para calcular el tamaño de muestra en poblaciones finitas es:

$$n = \frac{N * Z^2 * p * q}{e^2 * (N - 1) + Z^2 * p * q}$$

n: tamaño de muestra

N: tamaño de la población o universo

Z: parámetro dependiente del nivel de confianza; 95% de confianza nos da un Z de 1.96

E= error de estimación máximo aceptado, para el experimento se acepta un 5%.

P: probabilidad de que ocurra el evento estudiado, se asume en 50%

Q: probabilidad de que no ocurra el evento estudiado, se asume en 50%

Que para el experimento que se plantea tenemos:

$$n = \frac{2000 * (1.96 * 1.96) * 0.5 * 0.5}{(0.05 * 0.05) * (1999) + (1.96 * 1.96) * 0.5 * 0.5}$$

$$N= 323$$

Por lo que para hacer nuestro experimento representativo es necesario tener un mínimo de 323 esquejes de pitahaya sometidos a estudio, que ajustados a 6 individuos por unidad experimental por 4 repeticiones por 15 tratamientos nos da un total de 360 esquejes de pitahaya bajo estudio.

3.2.2. Procedimiento de muestreo

El muestreo se diferenciará en 2 tipos:

- **Muestreo periódico:** Este muestreo se realizó con una periodicidad de 7 días partiendo desde el día 30 después de instalados los esquejes en las bolsas de polietileno. Esta evaluación consistió en medir variables como número de brotes cuantificando el número de brotes en cada esqueje, se midió también la longitud del brote principal utilizando una regla midiendo desde el punto de inserción con el cladodio madre hasta el punto apical del nuevo brote; y radio de brote principal utilizando una regla tipo vernier midiendo la distancia ecuatorial y polar del cladodio en cada uno de los individuos que componen las unidades experimentales.
- **Muestreo destructivo:** Este muestreo se realizó por única vez al culminar los 90 días después del trasplante de esquejes. En este se procedió a medir las variables como número de brotes, longitud de brotes, radio de brotes, estos ítems se midieron de la misma forma que el **Muestreo periódico**; La longitud de raíz y peso fresco de la raíz se midieron rompiendo las bolsas y lavando con agua a baja presión el sustrato para sacar las raíces intactas. Luego se midió con una regla desde la base hasta su punto más lejano y cortaron las raíces y dejaron secar hasta que estas perdieron la humedad producto del lavado del sustrato para obtener el peso fresco de las raíces.

3.2.3. Formación de unidades experimentales de estudio

El experimento consistió en 15 tratamientos incluido 1 testigo, teniendo 4 repeticiones para cada tratamiento, teniendo como resultado 60 unidades experimentales por lo que cada unidad experimental consto de 6 individuos en estudio.

3.2.3.1.Métodos de evaluación

- Número de brotes: se procedió a contabilizar y a registrar en la libreta de campo la cantidad de brotes que emergieron de cada individuo por unidad experimental.
- Longitud de brotes: se procedió a registrar el largo del brote principal desde su parte basal a su ápice de cada individuo por unidad experimental.
- Radio de brotes: se cuantificaron mediante la utilización de un vernier el radio ecuatorial de los brotes por cada unidad experimental.
- Largo de raíces: se procedió a registrar el largo de las raíces, para ello durante el muestreo destructivo, se roturó la bolsa de polietileno y se limpiaron las raíces con agua para evitar así fuentes de error.
- Peso fresco de raíces: durante el muestreo destructivo, se cortaron, y separaron las raíces de cada unidad experimental. Estas fueron llevadas a laboratorio para ser pesadas en una balanza de precisión en gramos.

3.2.3.2.Metodología de la experimentación

3.2.3.3.Obtención del material vegetal:

Los esquejes de pitahaya fueron adquiridos mediante la coordinación con el sr. Lorenzo Catari, provenientes del huerto madre del fundo “Catari” en la irrigación Pampas de la Amistad. Una vez adquiridos fueron dejados bajo sombra por 7 días para completar el proceso de curado.

3.2.3.4.Preparación del sustrato:

Los materiales necesarios fueron recolectados y adquiridos con anterioridad con la finalidad de realizar las mezclas necesarias y someterlas a un proceso de desinfección por solarización por 10 días para evitar contaminantes. Para ello se realizó la mezcla necesaria de sustrato, se regó hasta que alcance la capacidad de campo y se taparon con plástico de polietileno negro.

Fotografía 1

Lavado de sustratos (1), mezcla de sustratos para enraizamiento (2)



Fuente: elaboración propia

3.2.3.5.Instalación de los esquejes:

Una vez realizado el proceso de desinfección del sustrato, se llenaron las bolsas de polietileno de 14 cm de diámetro y 30cm de altura para instalar los esquejes que vienen pasados su proceso de curado. Los esquejes fueron sembrados a una profundidad no mayor a 5cm y amarrados a un tutor de carrizo que les confirió estabilidad.

Fotografía 2:

Selección de esquejes (1); Instalación de los esquejes (2)



Fuente: elaboración propia

3.2.3.6. Riego de las unidades experimentales:

Todas las unidades experimentales fueron regadas con un intervalo de 3 días con un sistema de nebulización hasta alcanzar la capacidad de campo.

Fotografía 3:

riego de las unidades experimentales (1 y 2)



Fuente: elaboración propia

3.2.3.7.Desmalezado:

Transcurridos los 30 días después de la instalación de los esquejes se procedió a desmalezar de forma manual cada individuo por unidad experimental. Este proceso se repitió con cada evaluación.

3.2.3.8.Recopilación de la información

3.2.3.9.En el campo

La información recopilada por las evaluaciones fue registrada en una libreta de campo que permitió ordenar, precisar y validar la procedencia de cada uno de los datos recabados para cada unidad experimental.

Fotografía 4:

Evaluación de longitud de brotes (1 y 2); evaluación de número de brotes (3)



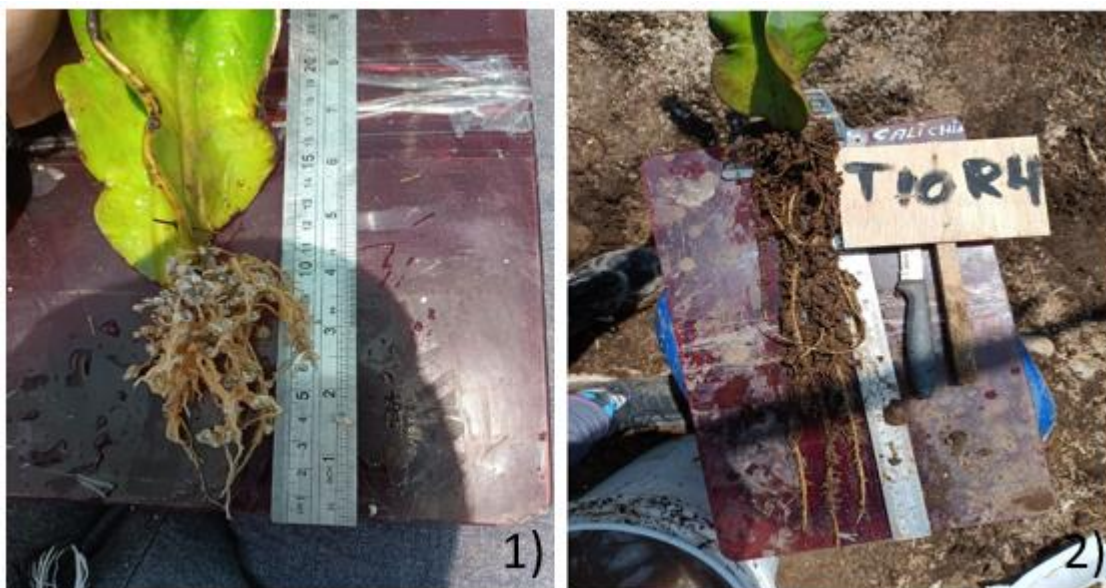
Fuente: elaboración propia

3.2.3.10. En el laboratorio

Las raíces recolectadas de cada unidad experimental conformaron el material de laboratorio necesario para obtener los datos sustentatorios de este experimento.

Fotografía 5:

evaluación de longitud de raíces, longitud de raíces T2 piedra pómez (1); longitud de raíces T10 arena gruesa + compost (2)



Fuente: elaboración propia

Fotografía 6:

Evaluación de peso fresco de raíz T6 tierra de chacra + piedra pómez



Fuente: elaboración propia

3.2.3.11. En la biblioteca

Los datos obtenidos por la fase experimental fueron contrastados con investigaciones similares para dar validez a la investigación.

3.3. Variables de respuesta

Para la evaluación de los tratamientos establecidos en esta investigación se consideraron importantes la evaluación de variables como: número de brotes, longitud de brotes, diámetro de brotes, longitud de raíces, y peso de raíces.

3.3.1. Variables independientes

- Combinación de diferentes sustratos.

3.3.2. Variables dependientes

- Número de brotes.
- Longitud de brotes.
- Diámetro de brotes.
- Longitud de raíces.
- Peso de raíces.

3.4. Evaluación estadística

3.4.1. Diseño Experimental

El diseño experimental para esta investigación es un Diseño Completamente al Azar (DCA).

Nivel de significancia: (α) = 5%

Nivel de confianza: ($1-\alpha$) = 95%

Modelo Aditivo Lineal.

$$Y_{ij} = U + T_i + E_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} = respuesta observada con el tratamiento i en la repetición j

U = media general

T_i = efecto del tratamiento i

E_{ij} = termino de error asociado al tratamiento i la repetición j

3.4.1.1. Unidades experimentales

El experimento tendrá 14 tratamientos más 1 testigo, con 4 repeticiones por tratamiento dando un total de 60 unidades experimentales; cada unidad experimental contará con 6 individuos lo que da un total de 360 esquejes sometidos a estudio.

3.4.1.2. Diseño de tratamientos

Cuadro 4:

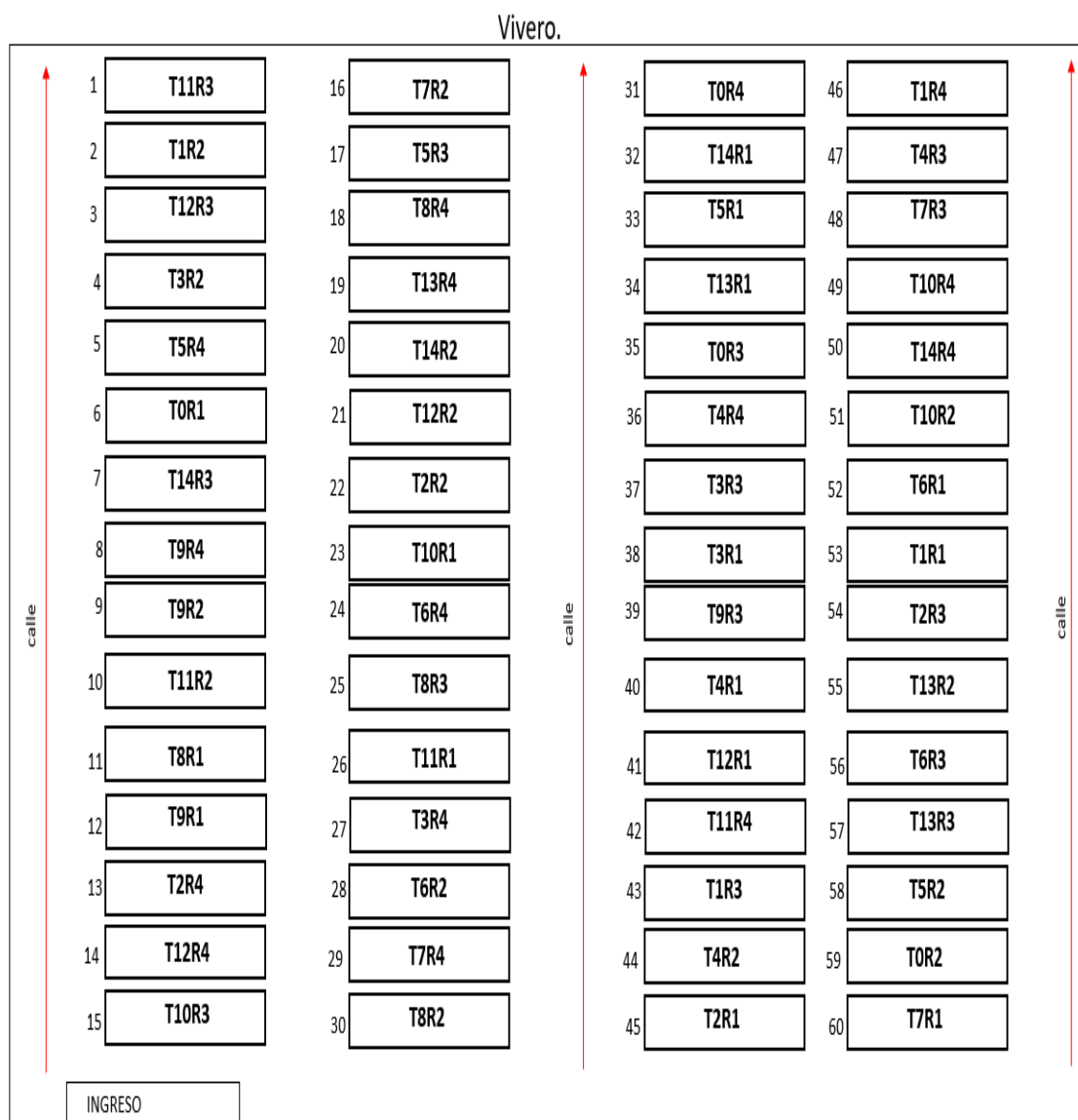
Diseño de los tratamientos.

Tratamiento (T)		Composición:
Testigo	(T ₀)	100% tierra de chacra.
Tratamiento 1	(T ₁)	100% arena gruesa
Tratamiento 2	(T ₂)	100% piedra pómez
Tratamiento 3	(T ₃)	100% compost
Tratamiento 4	(T ₄)	100% estiércol vacuno descompuesto
Tratamiento 5	(T ₅)	50% tierra de chacra, 50% arena gruesa
Tratamiento 6	(T ₆)	50% tierra de chacra, 50% piedra pómez
Tratamiento 7	(T ₇)	50% tierra de chacra, 50% compost
Tratamiento 8	(T ₈)	50% tierra de chacra, 50% estiércol vacuno descompuesto
Tratamiento 9	(T ₉)	50% arena gruesa, 50% piedra pómez
Tratamiento 10	(T ₁₀)	50% arena gruesa, 50% compost
Tratamiento 11	(T ₁₁)	50% arena gruesa, 50% estiércol vacuno descompuesto
Tratamiento 12	(T ₁₂)	50% piedra pómez, 50% compost
Tratamiento 13	(T ₁₃)	50% piedra pómez, 50% estiércol vacuno descompuesto
Tratamiento 14	(T ₁₄)	50% compost, 50% estiércol vacuno descompuesto

3.4.1.3. Distribución de tratamientos

Imagen 2:

distribución de los tratamientos en cada una de las 60 unidades experimentales.



3.4.2. Análisis estadísticos

3.4.2.1. Análisis de varianza:

Se realizó un análisis de varianza con la prueba de tukey a un nivel de significancia del 5% en el programa Microsoft Excel

CAPITULO IV.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

4.1. Resultados.

4.1.1. Información para tener en cuenta.

Durante el desarrollo de la fase experimental el brotamiento de 6 de las 60 unidades experimentales no presentaron brotes a los 30 días después del trasplante. Debido a esto, dichas unidades experimentales fueron asumidas como “Perdidas”. En consecuencia, Los análisis estadísticos fueron tratados como un Diseño Completamente al Azar Desbalanceado. Teniendo que considerar solo 54 unidades experimentales ya que por su retraso en el brotamiento y para evitar la variabilidad que estas generan se excluyeron: T2R2, T4R4, T5R3, T8R2, T10R1, T14R3.

4.1.2. Número de brotes desde los 30 a los 93 días después del trasplante.

Cuadro 5:

ANVA número de brotes a los 30 días después del trasplante

ANÁLISIS DE VARIANZA NÚMERO DE BROTES 30 DESPUÉS DE TRASPLANTE.					
Fuentes de Variación	SM	GL	CM	FC	F de Tabla
Entre Tratamientos	1.32	14	0.09	2.54	1.95
Error	1.44	39	0.04		
Total	2.76	53			
Coeficiente de Variación: 13.73%					

Como se observa en el Cuadro 5 el FC es mayor al F de Tabla, por lo que se procede a realizar una prueba comparativa de medias de Tukey al 5% de nivel de significancia.

Cuadro 6:

Prueba de Tukey para número de brotes a los 30 días después del trasplante.

Tratamiento	Promedio	Significancia $\alpha = 0.05$
T0	1.80	a
T10	1.74	b
T12	1.47	c
T5	1.41	c
T13	1.39	c
T8	1.39	c
T1	1.38	c
T14	1.36	c
T7	1.35	c
T3	1.34	c
T9	1.33	c
T4	1.29	c
T11	1.28	c
T2	1.25	c
T6	1.24	c

Gráfico 1:

Prueba de Tukey para número de brotes a los 30 días después del trasplante.



Para la variable Número de brotes a los 30 días se observa una diferencia estadística en el T0 y T10 con valores de 1.80 y 1.74 brotes respectivamente. los demás tratamientos fueron estadísticamente similares con medias que van desde 1.47 brotes del T12 hasta 1.24 brotes del T6.

Cuadro 7:

ANVA número de brotes a los 37 días después del trasplante

ANÁLISIS DE VARIANZA NÚMERO DE BROTES 37 DESPUÉS DE TRASPLANTE.					
Fuentes de Variación	SM	GL	CM	FC	F de Tabla
Entre Tratamientos	1.83	14	0.13	2.53	1.95
Error	2.02	39	0.05		
Total	3.85	53			
Coeficiente de Variación: 15.54%					

Cuadro 8:

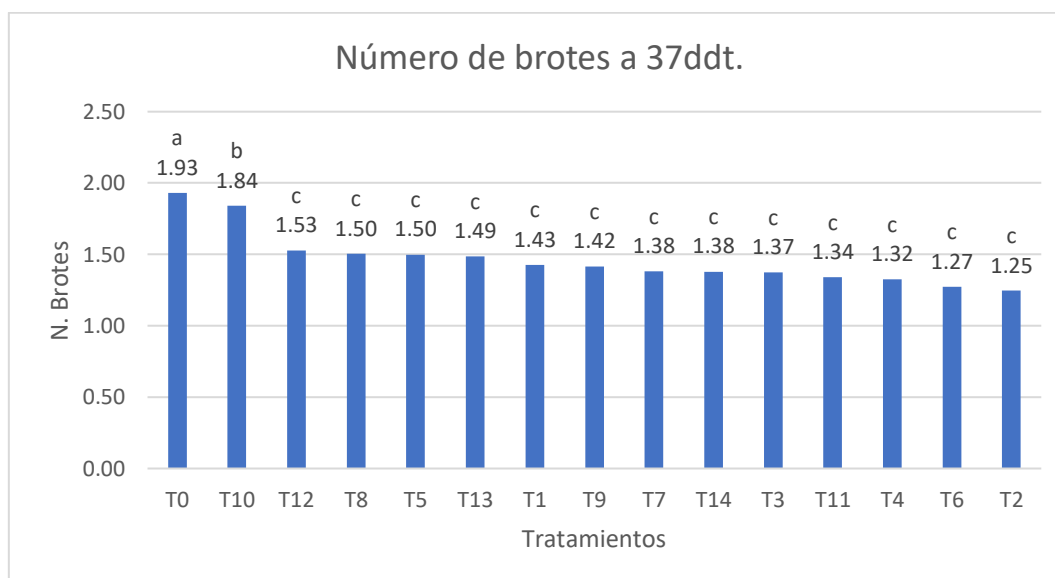
Prueba de Tukey para número de brotes a los 37 días después de trasplante.

Tratamiento	Promedio	Significancia $\alpha = 0.05$
T0	1.93	a
T10	1.84	b
T12	1.53	c
T8	1.50	c
T5	1.50	c
T13	1.49	c
T1	1.43	c
T9	1.42	c
T7	1.38	c
T14	1.38	c
T3	1.37	c
T11	1.34	c
T4	1.32	c
T6	1.27	c

T2	1.25	c
----	------	---

Gráfico 2:

Prueba de Tukey para el número de brotes a los 37 días después de trasplante.



Para la variable Número de brotes a los 37 días, se observa un mayor número de brotes en los tratamientos T0 y T10, quienes fueron estadísticamente significantes entre sí, con medias de 1.93 y 1.84 brotes respectivamente, los demás tratamientos fueron estadísticamente similares con medias que van desde los 1.53 brotes del T12 hasta 1.25 brotes del T2.

Cuadro 9:

ANVA número de brotes a los 44 días después del trasplante

ANÁLISIS DE VARIANZA NÚMERO DE BROTES 44 DESPUÉS DE TRASPLANTE.					
Fuentes de Variación	SM	GL	CM	FC	F de Tabla
Entre Tratamientos	1.84	14	0.13	1.81	1.95
Error	2.83	39	0.07		
Total	4.67	53			
Coeficiente de Variación: 15.93%					

Cuadro 10:

ANVA número de brotes a los 51 días después del trasplante

ANÁLISIS DE VARIANZA NÚMERO DE BROTES 51 DESPUÉS DE TRASPLANTE.					
Fuentes de Variación	SM	GL	CM	FC	F de Tabla
Entre Tratamientos	1.97	14	0.14	2.40	1.95
Error	2.28	39	0.06		
Total	4.25	53			
Coeficiente de Variación: 12.95%					

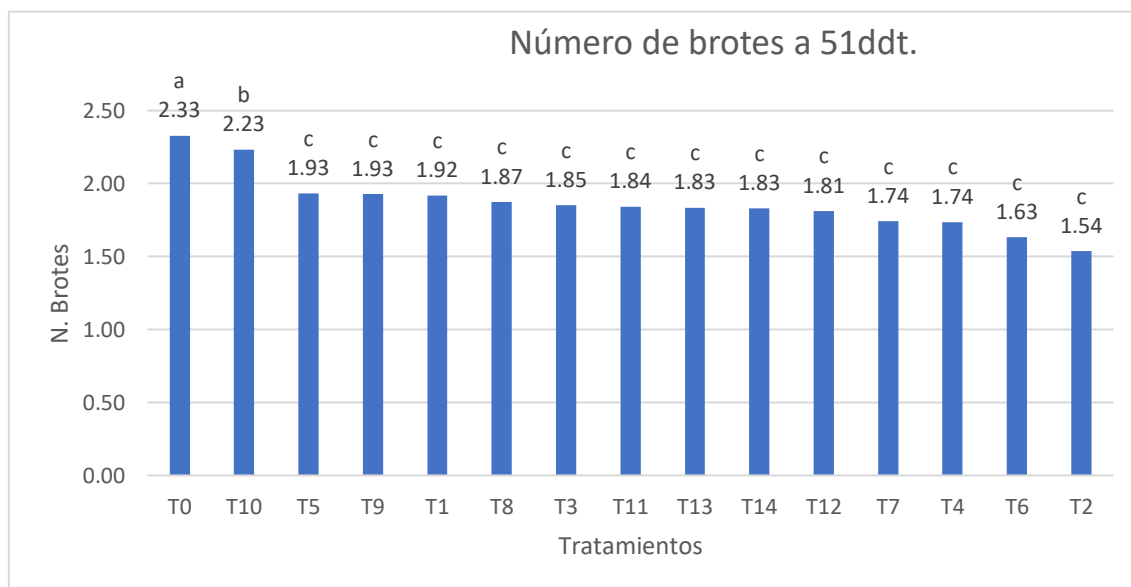
Cuadro 11:

Prueba de tukey para número de brotes a los 51 días después de trasplante.

Tratamiento	Promedio	Significancia $\alpha = 0.05$
T0	2.33	a
T10	2.23	b
T5	1.93	c
T9	1.93	c
T1	1.92	c
T8	1.87	c
T3	1.85	c
T11	1.84	c
T13	1.83	c
T14	1.83	c
T12	1.81	c
T7	1.74	c
T4	1.74	c
T6	1.63	c
T2	1.54	c

Gráfico 3:

Prueba de Tukey para el número de brotes a los 51 días después de trasplante.



Para la variable número de brotes a los 51 días se observa una mayor media en el T0 con 2.33 brotes, seguido del T10 con 2.23 brotes, los demás tratamientos fueron estadísticamente similares con medias que van desde los 1.93 brotes del T5, hasta 1.54 brotes del T2.

Cuadro 12:

ANVA número de brotes a los 58 días después del trasplante

ANÁLISIS DE VARIANZA NÚMERO DE BROTES 58 DESPUÉS DE TRASPLANTE.

Fuentes de Variación	SM	GL	CM	FC	F de Tabla
Entre Tratamientos	2.23	14	0.16	1.87	1.95
Error	3.32	39	0.09		
Total	5.55	53			

Coeficiente de Variación: 14.86%

Cuadro 13:

ANVA número de brotes a los 65 días después del trasplante

ANÁLISIS DE VARIANZA NÚMERO DE BROTES 65 DESPUÉS DE TRASPLANTE					
Fuentes de Variación	SM	GL	CM	FC	F de Tabla
Entre Tratamientos	2.14	14	0.15	2.10	1.95
Error	2.84	39	0.07		
Total	4.99	53			
Coeficiente de Variación: 13.37%					

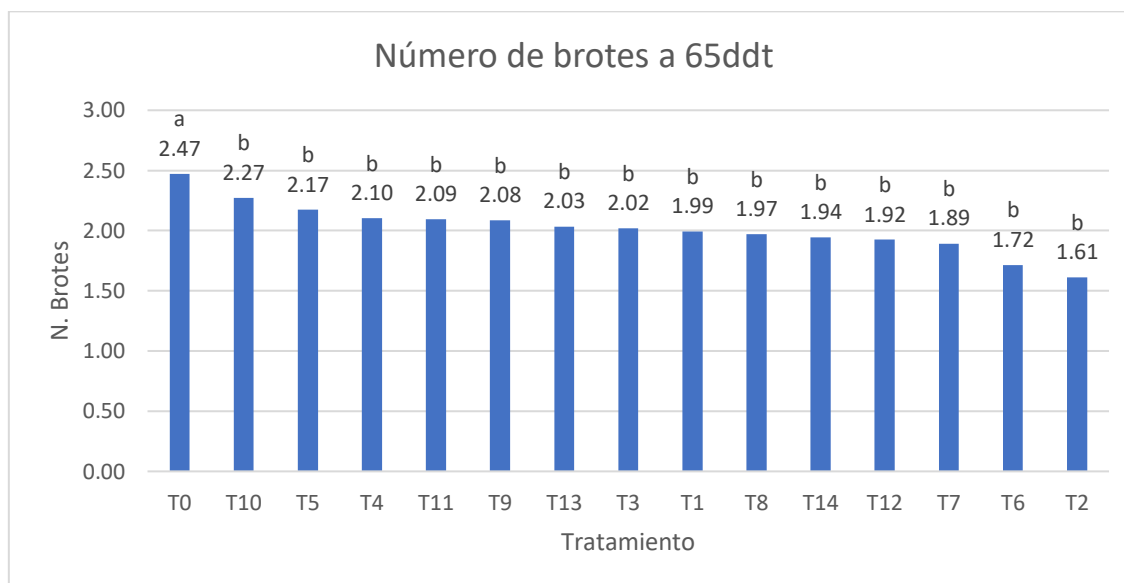
Cuadro 14:

Prueba de tukey para número de brotes a los 65 días después de trasplante.

Tratamiento	Promedio	Significancia $\alpha = 0.05$
T0	2.47	a
T10	2.27	b
T5	2.17	b
T4	2.10	b
T11	2.09	b
T9	2.08	b
T13	2.03	b
T3	2.02	b
T1	1.99	b
T8	1.97	b
T14	1.94	b
T12	1.92	b
T7	1.89	b
T6	1.72	b
T2	1.61	b

Gráfico 4:

Prueba de Tukey para el número de brotes a los 65 días después de trasplante.



Para la variable número de brotes a los 65 días se observa una dominancia por el T0 con 2.47 brotes, seguidamente los demás tratamientos fueron estadísticamente similares con medias de 2.27 brotes del T10 hasta 1.61 brotes del T2.

Cuadro 15:

ANVA número de brotes a los 72 días después del trasplante

ANÁLISIS DE VARIANZA NÚMERO DE BROTES 72 DESPUÉS DE TRASPLANTE.					
Fuentes de Variación	SM	GL	CM	FC	F de Tabla
Entre Tratamientos	1.75	14	0.13	1.30	1.95
Error	3.77	39	0.10		
Total	5.52	53			
Coeficiente de Variación: 14.85%					

Cuadro 16:

ANVA número de brotes a los 79 días después del trasplante

ANÁLISIS DE VARIANZA NÚMERO DE BROTES 79 DESPUÉS DE TRASPLANTE					
Fuentes de Variación	SM	GL	CM	FC	F de Tabla
Entre Tratamientos	1.93	14	0.14	1.58	1.95
Error	3.41	39	0.09		
Total	5.34	53			
Coeficiente de Variación: 13.76%					

Cuadro 17:

ANVA número de brotes a los 86 días después del trasplante.

ANÁLISIS DE VARIANZA NÚMERO DE BROTES 86 DESPUÉS DE TRASPLANTE					
Fuentes de Variación	SM	GL	CM	FC	F de Tabla
Entre Tratamientos	1.79	14	0.13	1.48	1.95
Error	3.37	39	0.09		
Total	5.15	53			
Coeficiente de Variación: 13.29%					

Cuadro 18: *ANVA número de brotes a los 93 días después del trasplante.*

ANÁLISIS DE VARIANZA NÚMERO DE BROTES 93 DESPUÉS DE TRASPLANTE.					
Fuentes de Variación	SM	GL	CM	FC	F de Tabla
Entre Tratamientos	2.90	14	0.21	6.02	1.95
Error	1.34	39	0.03		
Total	4.25	53			
Coeficiente de Variación: 8.27%					

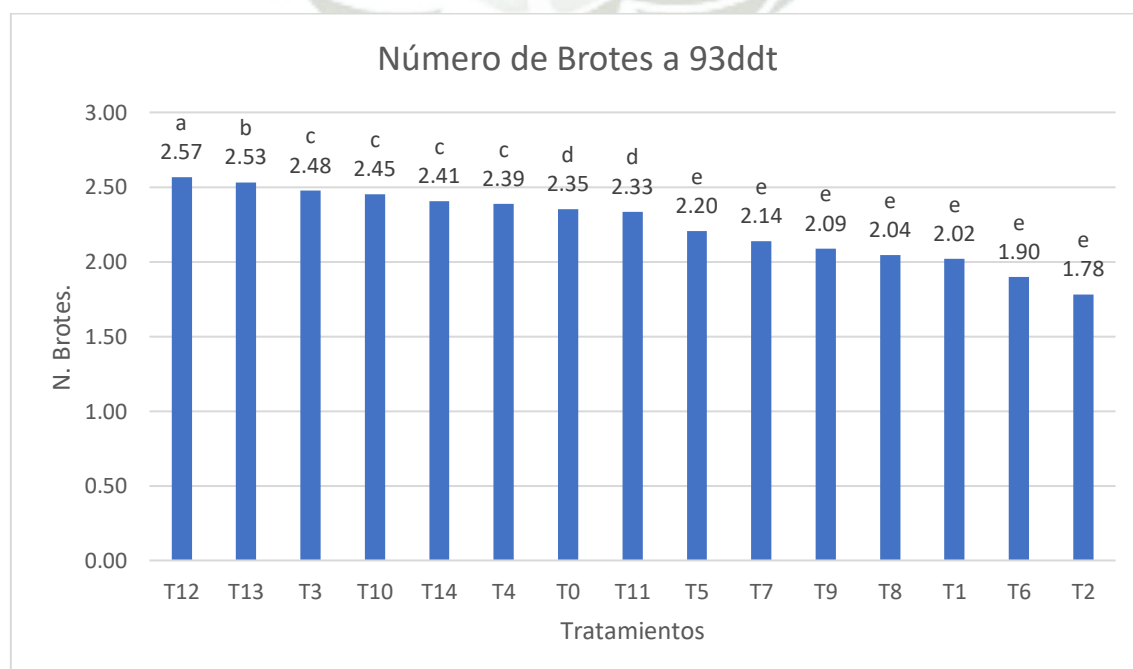
Cuadro 19:

Prueba de tukey para el número de brotes a 93 días después del trasplante.

Tratamiento	Promedio	Significancia $\alpha = 0.05$
T12	2.57	a
T13	2.53	b
T3	2.48	c
T10	2.45	c
T14	2.41	c
T4	2.39	c
T0	2.35	d
T11	2.33	d
T5	2.20	e
T7	2.14	e
T9	2.09	e
T8	2.04	e
T1	2.02	e
T6	1.90	e
T2	1.78	e

Gráfico 5:

Prueba de Tukey para el número de brotes a los 93 días después de trasplante.



Para la variable número de brotes a los 93 días se observa que: el T12 obtuvo la mayor media con 2.57 brotes, seguido del T13 con una media de 2.53. Los tratamientos T3, T10, T14, y T4 fueron estadísticamente similares, con medias de 2.48, 2.45, 2.41, y 2.39 brotes respectivamente. Seguido se encuentran T0 y T11 quienes fueron estadísticamente similares con medias de 2.35 y 2.33 brotes respectivamente. Por último, se encuentran los tratamientos T5, T7, T9, T8, T1, T6, y T2 con medias de 2.20, 2.14, 2.09, 2.04, 2.02, 1.90, y 1.78 brotes respectivamente.



4.1.3. Longitud de brotes desde los 30 a los 93 días después del trasplante.

Cuadro 20:

ANVA longitud de brotes a 30 días después del trasplante.

ANÁLISIS DE VARIANZA LONGITUD DE BROTES 30 DESPUÉS DE TRASPLANTE.					
Fuentes de Variación	SM	GL	CM	FC	F de Tabla
Entre Tratamientos	2.13	14	0.15	4.00	1.95
Error	1.48	39	0.04		
Total	3.61	53			
Coeficiente de Variación: 20.02%					

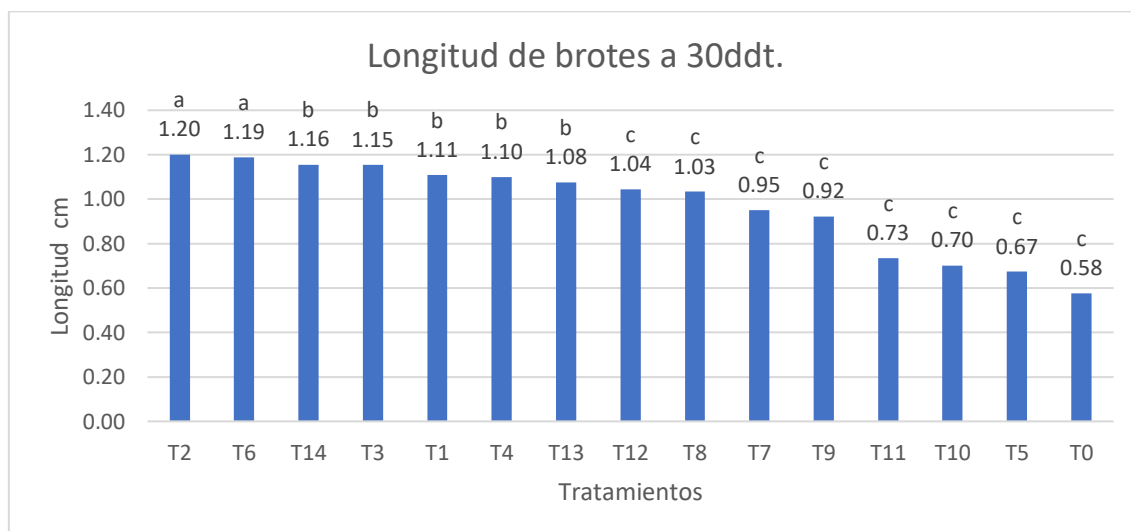
Cuadro 21:

Prueba de tukey para longitud de brotes a 30 días después del trasplante.

Tratamiento	Promedio	Significancia $\alpha = 0.05$
T2	1.20	a
T6	1.19	a
T14	1.16	b
T3	1.15	b
T1	1.11	b
T4	1.10	b
T13	1.08	b
T12	1.04	c
T8	1.03	c
T7	0.95	c
T9	0.92	c
T11	0.73	c
T10	0.70	c
T5	0.67	c
T0	0.58	c

Gráfico 6:

Prueba de tukey para longitud de brotes a 30 días después del trasplante



Para la variable Longitud de brotes a los 30 días, se observa una mayor media en T2 y T6 con valores de 1.20cm y 1.19cm respectivamente. Seguido se ubicaron T14, T3, T1, T4, y T13, quienes fueron estadísticamente similares con valores de 1.16cm, 1.15cm, 1.11cm, 1.10cm, y 1.08cm respectivamente. Por último, se ubicaron T12, T8, T7, T9, T11, T10, T5, y T0 quienes fueron estadísticamente semejantes con medias de 1.04cm, 1.03cm, 0.95cm, 0.92cm, 0.73cm, 0.70cm, 0.67cm, y 0.58cm respectivamente.

Cuadro 22:

ANVA longitud de brotes a 37 días después del trasplante.

ANÁLISIS DE VARIANZA LONGITUD DE BROTES 37 DESPUÉS DE TRASPLANTE.					
Fuentes de Variación	SM	GL	CM	FC	F de Tabla
Entre Tratamientos	13.11	14	0.94	19.84	1.95
Error	1.84	39	0.05		
Total	14.95	53			
Coeficiente de Variación: 13.20%					

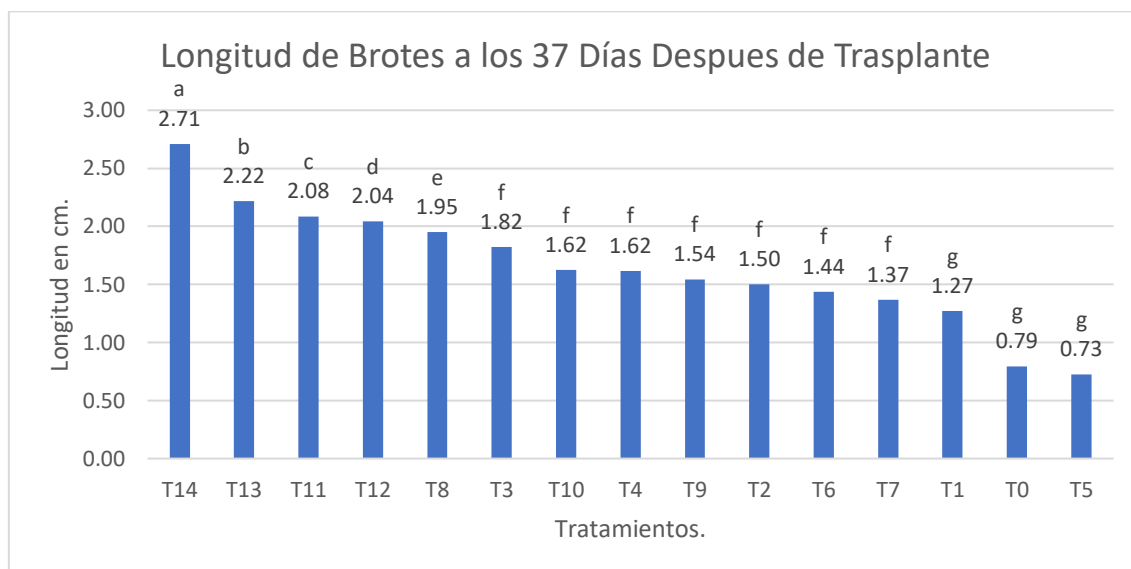
Cuadro 23:

Prueba de tukey para longitud de brotes a los 37 días después del trasplante.

Tratamiento	Promedio	Significancia $\alpha = 0.05$
T14	2.71	a
T13	2.22	b
T11	2.08	c
T12	2.04	d
T8	1.95	e
T3	1.82	f
T10	1.62	f
T4	1.62	f
T9	1.54	f
T2	1.50	f
T6	1.44	f
T7	1.37	f
T1	1.27	g
T0	0.79	g
T5	0.73	g

Gráfico 7:

prueba de tukey para longitud de brotes a los 37 días después del trasplante.



Para la variable longitud de brotes a los 37 días, los tratamientos T14, T13, T11, T12 y T8 obtuvieron las medias más altas y fueron estadísticamente diferentes entre sí con medias de 2.71cm, 2.22 cm, 2.08 cm, 2.04 cm y 1.95 cm respectivamente. Seguido los tratamientos T3, T10, T4, T9, T2, T6 y T7 fueron estadísticamente similares entre sí con medias de 1.82 cm, 1.62 cm, 1.62 cm, 1.54 cm, 1.50 cm, 1.44 cm y 1.37 cm respectivamente. Por ultimo los tratamientos T1, T0 y T5 fueron estadísticamente similares entre si obteniendo las medias más bajas siendo 1.27 cm, 0.79 cm y 0.73 cm respectivamente.

Cuadro 24:

ANVA longitud de brotes a 44 días después del trasplante.

ANÁLISIS DE VARIANZA LONGITUD DE BROTES 44 DESPUÉS DE TRASPLANTE.

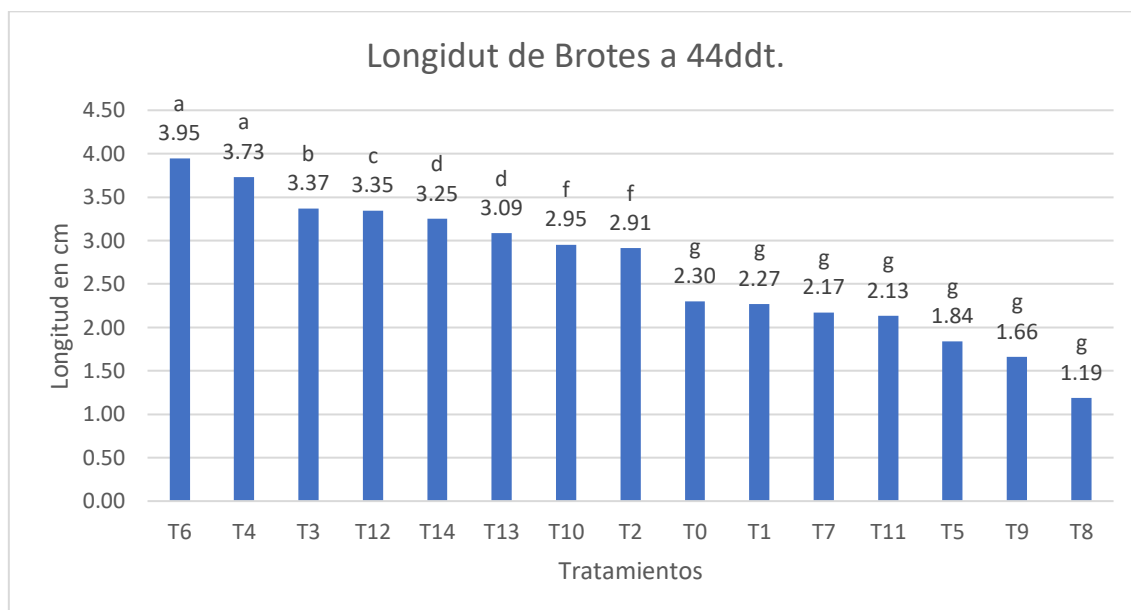
Fuentes de Variación	SM	GL	CM	FC	F de Tabla
Entre Tratamientos	31.84	14	2.27	10.62	1.95
Error	8.35	39	0.21		
Total	40.19	53			
Coeficiente de Variación: 17.29%					

Cuadro 25:
Prueba de tukey para longitud de brotes a 44 días después del trasplante.

Tratamiento	Promedio	Significancia $\alpha = 0.05$
T6	3.95	a
T4	3.73	a
T3	3.37	b
T12	3.35	c
T14	3.25	d
T13	3.09	d
T10	2.95	f
T2	2.91	f
T0	2.30	g
T1	2.27	g
T7	2.17	g
T11	2.13	g
T5	1.84	g
T9	1.66	g
T8	1.19	g

Gráfico 8:

Prueba de tukey para longitud de brotes a 44 días después del trasplante



Para la variable longitud de brotes a los 44 días los tratamientos con una media más alta fueron T6 con una media de 3.95cm seguido del T4 con 3.73cm, luego se ubicaron T3 y T12 quienes fueron estadísticamente diferentes con 3.37cm y 3.35cm respectivamente. Seguido se ubicaron T14 y T13 quienes fueron estadísticamente similares con medias de 3.25cm y 3.09cm respectivamente. A continuación, se encuentran T10 y T2 con medias de 2.95cm y 2.91cm respectivamente. Por último, se ubicaron T0, T1, T7, T11, T5, T9, y T8 quienes fueron estadísticamente semejantes con medias de 2.30cm, 2.27cm, 2.17cm, 2.13cm, 1.84cm, 1.66cm, y 1.19cm respectivamente.

Cuadro 26:

ANVA longitud de brotes a 51 días después del trasplante.

ANÁLISIS DE VARIANZA LONGITUD DE BROTES 51 DESPUÉS DE TRASPLANTE.

Fuentes de Variación	SM	GL	CM	FC	F de Tabla
Entre Tratamientos	28.70	14	2.05	6.19	1.95
Error	12.91	39	0.33		
Total	41.61	53			
Coeficiente de Variación: 15.23%					

Cuadro 27:

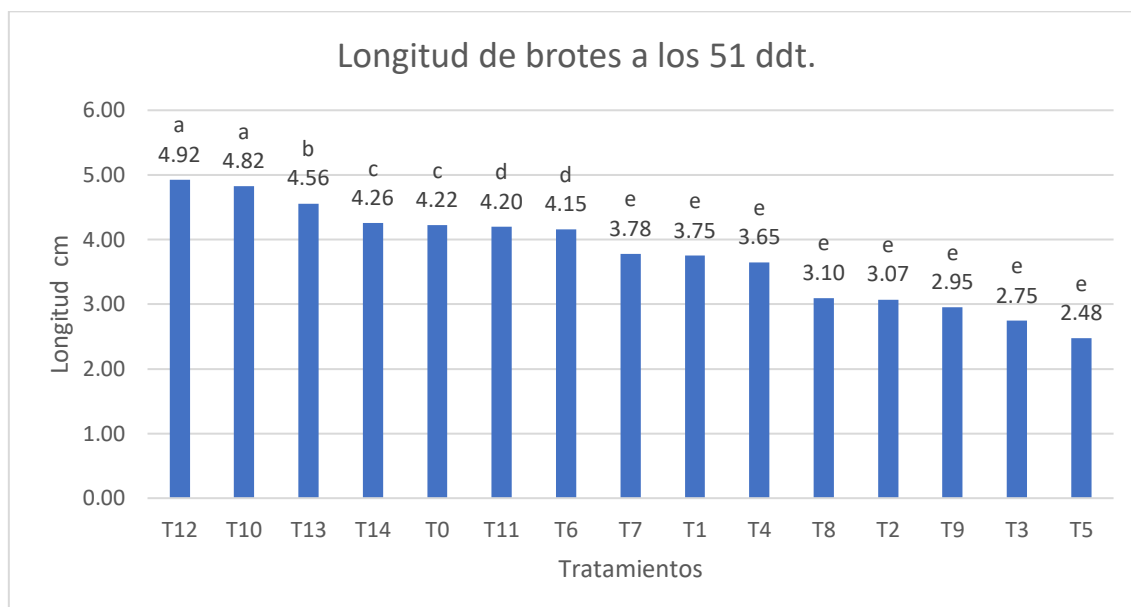
Prueba de tukey para longitud de brotes a días después del trasplante.

Tratamiento	Promedio	Significancia $\alpha = 0.05$
T12	4.92	a
T10	4.82	a
T13	4.56	b
T14	4.26	c
T0	4.22	c
T11	4.20	d
T6	4.15	d
T7	3.78	e
T1	3.75	e
T4	3.65	e
T8	3.10	e
T2	3.07	e
T9	2.95	e
T3	2.75	e
T5	2.48	e

Gráfico 9:

Gráfico 9:

Prueba de tukey para longitud de brotes a 51 días después del trasplante.



Para la variable longitud de brotes a los 51 días los tratamientos T12 y T10 obtuvieron las medias más altas con valores de 4.92cm y 4.82cm respectivamente, seguido el T13 obtuvo una media de 4.56cm. a continuación se encontraron T14 y T0 quienes fueron estadísticamente similares con medias de 4.26cm y 4.22cm respectivamente. Seguidamente se encuentran T11 y T6 quienes fueron estadísticamente semejantes con medias de 4.20cm y 4.15cm respectivamente. Por último, se ubicaron T7, T1, T4, T8, T2, T9, T3, y T5 con medias de 3.78cm, 3.75cm, 3.65cm, 3.10cm, 3.07cm, 2.95cm, 2.75cm, y 2.48cm respectivamente.

Cuadro 28:

ANVA longitud de brotes a 58 días después del trasplante

ANÁLISIS DE VARIANZA LONGITUD DE BROTES 58 DESPUÉS DE TRASPLANTE.

Fuentes de Variación	SM	GL	CM	FC	F de Tabla
Entre Tratamientos	135.82	14	9.70	13.25	1.95
Error	28.57	39	0.73		
Total	164.38	53			

Coeficiente de Variación: 11.91%

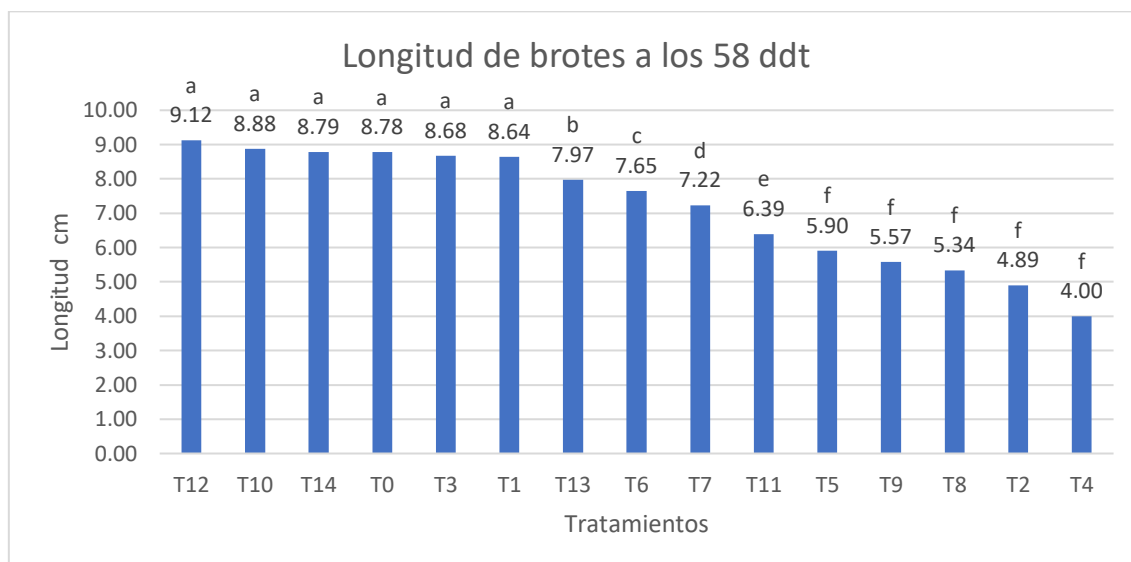
Cuadro 29:

Prueba de tukey para longitud de brotes a 58 días después del trasplante.

Tratamiento	Promedio	Significancia $\alpha = 0.05$
T12	9.12	a
T10	8.88	a
T14	8.79	a
T0	8.78	a
T3	8.68	a
T1	8.64	a
T13	7.97	b
T6	7.65	c
T7	7.22	d
T11	6.39	e
T5	5.90	f
T9	5.57	f
T8	5.34	f
T2	4.89	f
T4	4.00	f

Gráfico 10:

Prueba de tukey para longitud de brotes a 58 días después del trasplante.



Para la variable longitud de brotes a los 58 ddt, se obtuvieron medias estadísticamente similares en los tratamientos T12, T10, T14, T0, T3, y T1 con valores de 9.12cm, 8.88cm, 8.79cm, 8.78cm, 8.68cm, y 8.64cm respectivamente. Seguidamente se encontraron T13, T6, T7, y T11; quienes fueron estadísticamente diferentes entre sí, con medias de 7.97cm, 7.65cm, 7.22cm y 6.39cm respectivamente. Por último, se encontraron T5, T9, T8, T2, y T4, quienes fueron estadísticamente similares con medias de 5.90cm, 5.57cm, 5.34cm, 4.89cm, y 4.00cm respectivamente.

Cuadro 30:

Prueba de tukey para longitud de brotes a 58 días después del trasplante.

ANÁLISIS DE VARIANZA LONGITUD DE BROTES 65 DESPUÉS DE TRASPLANTE.

Fuentes de Variación	SM	GL	CM	FC	F de Tabla
Entre Tratamientos	175.66	14	12.55	5.71	1.95
Error	85.67	39	2.20		
Total	261.33	53			

Coeficiente de Variación: 14.61%

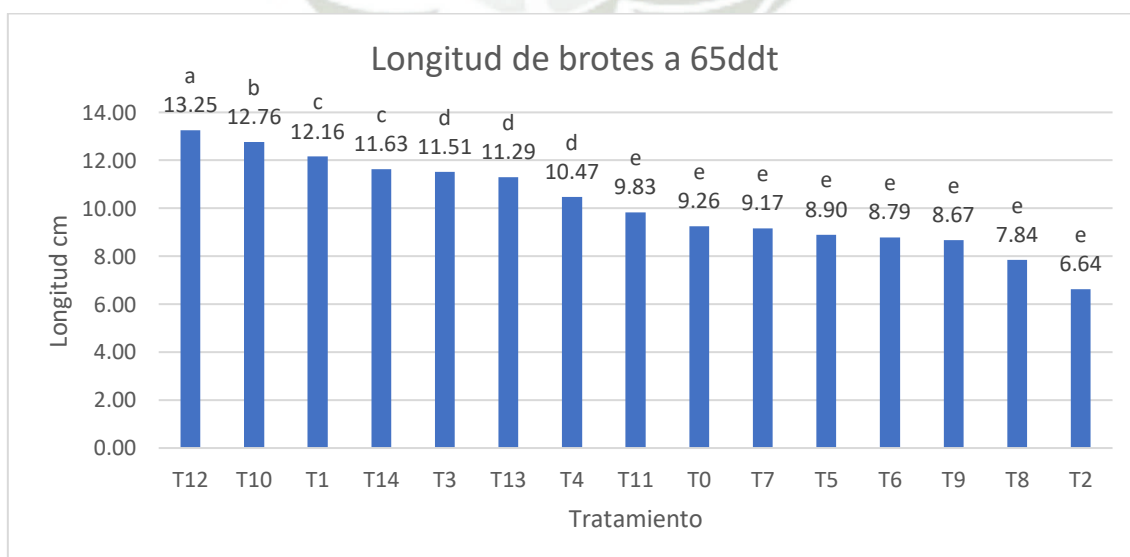
Cuadro 31:

Prueba de tukey para longitud de brotes a 65 días después del trasplante.

Tratamiento	Promedio	Significancia $\alpha = 0.05$
T12	13.25	a
T10	12.76	b
T1	12.16	c
T14	11.63	c
T3	11.51	d
T13	11.29	d
T4	10.47	d
T11	9.83	e
T0	9.26	e
T7	9.17	e
T5	8.90	e
T6	8.79	e
T9	8.67	e
T8	7.84	e
T2	6.64	e

Gráfico 11:

Prueba de tukey para longitud de brotes a 65 días después del trasplante.



Para la variable longitud de brotes a los 65 días, el T12 obtuvo una media superior con 13.25cm, a continuación, se situó T10 con 12.76cm. seguidamente se encontraron T1 y T14 quienes fueron estadísticamente similares con medias de 12.16cm y 11.63cm respectivamente. a continuación, se ubicaron T3, T13, y T4 que fueron estadísticamente semejantes con medias de 11.51cm, 11.29cm, y 10.47cm respectivamente. Por último, se encontraron T11, T0, T7, T5, T6, T9, T8, y T2 quienes fueron estadísticamente similares con medias de 9.83cm, 9.26cm, 9.17cm, 8.90cm, 8.79cm, 8.67cm 7.84cm, y 6.64cm respectivamente.

Cuadro 32:

ANVA longitud de brotes a 72 días después del trasplante.

ANÁLISIS DE VARIANZA LONGITUD DE BROTES 72 DESPUÉS DE TRASPLANTE.					
Fuentes de Variación	SM	GL	CM	FC	F de Tabla
Entre Tratamientos	363.82	14	25.99	5.02	1.95
Error	201.99	39	5.18		
Total	565.81	53			
Coeficiente de Variación: 15.74%					

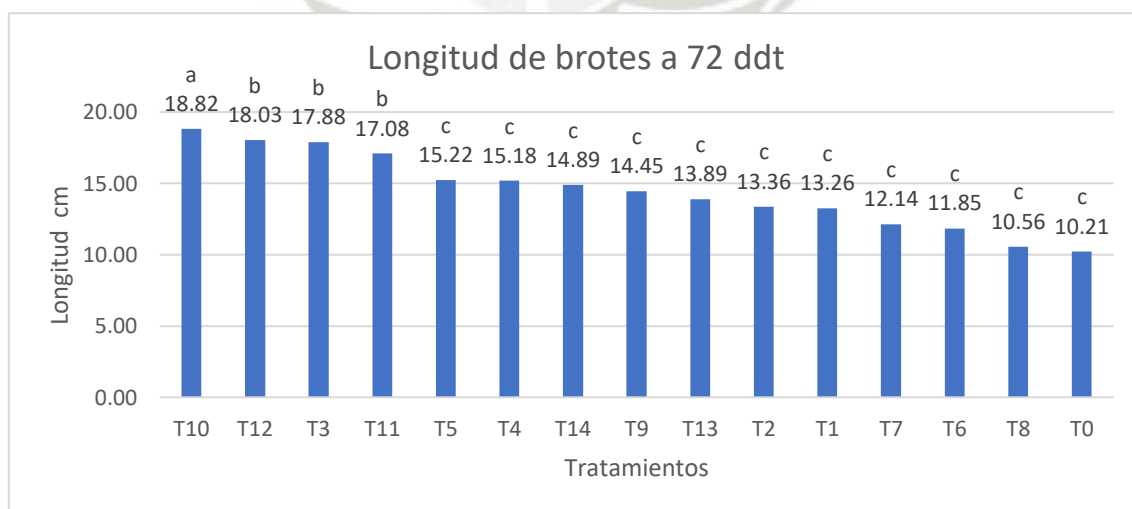
Cuadro 33:

Prueba de tukey para longitud de brotes a 72 días después del trasplante.

Tratamiento	Promedio	Significancia $\alpha = 0.05$
T10	18.82	a
T12	18.03	b
T3	17.88	b
T11	17.08	b
T5	15.22	c
T4	15.18	c
T14	14.89	c
T9	14.45	c
T13	13.89	c
T2	13.36	c
T1	13.26	c
T7	12.14	c
T6	11.85	c
T8	10.56	c
T0	10.21	c

Gráfico 12:

Prueba de tukey para longitud de brotes a 72 días después del trasplante.



Para la variable longitud de brotes a los 72 días, el T10 obtuvo la media superior con 18.82cm. seguido se encontraron T12, T3, y T11 quienes fueron estadísticamente

similares con una media de 18.03cm, 17.88cm, y 17.08cm respectivamente. Por último, se encontraron T5, T4, T14, T9, T13, T2, T1, T7, T6, T8, y T0 quienes fueron estadísticamente semejantes con una media de 15.22cm, 15.18cm, 14.89cm, 14.45cm, 13.89cm, 13.36cm, 13.26cm, 12.14cm, 11.85cm, 10.56cm, y 10.21cm respectivamente.

Cuadro 34:

ANVA longitud de brotes a 79 días después del trasplante.

ANÁLISIS DE VARIANZA LONGITUD DE BROTES 79 DESPUÉS DE TRASPLANTE.					
Fuentes de Variación	SM	GL	CM	FC	F de Tabla
Entre Tratamientos	384.78	14	27.48	3.65	1.95
Error	293.41	39	7.52		
Total	678.19	53			
Coeficiente de Variación: 15.83%					

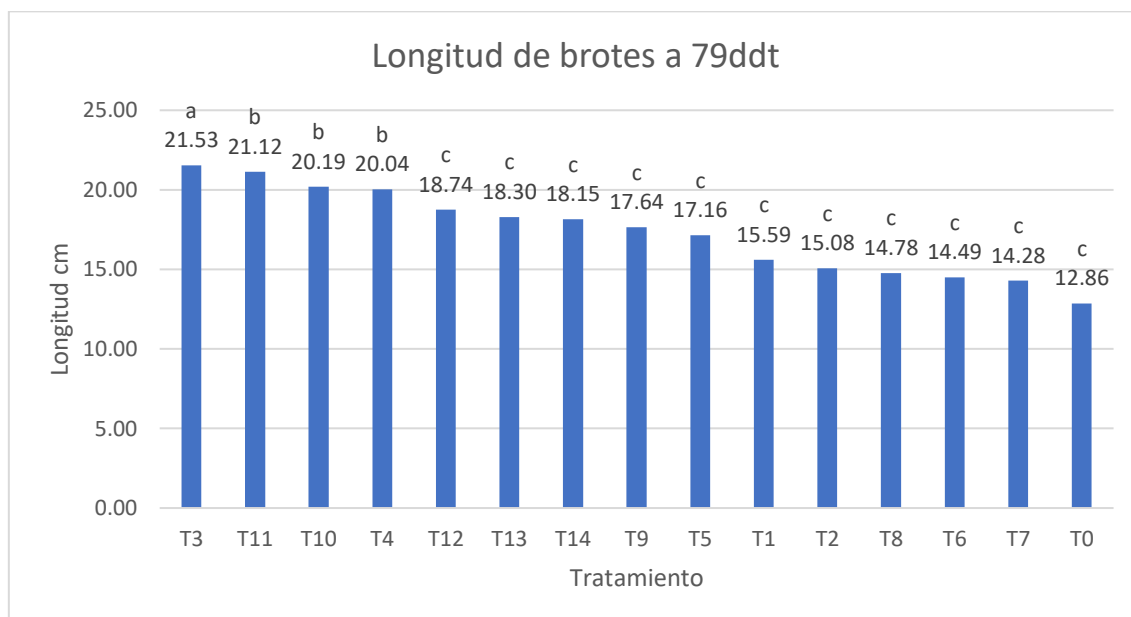
Cuadro 35:

Prueba de tukey para longitud de brotes a 79 días después del trasplante.

Tratamiento	Promedio	Significancia $\alpha = 0.05$
T3	21.53	a
T11	21.12	b
T10	20.19	b
T4	20.04	b
T12	18.74	c
T13	18.30	c
T14	18.15	c
T9	17.64	c
T5	17.16	c
T1	15.59	c
T2	15.08	c
T8	14.78	c
T6	14.49	c
T7	14.28	c
T0	12.86	c

Gráfico 13:

Prueba de tukey para longitud de brotes a 79 días después del trasplante.



Para la variable longitud de brotes a los 79 días se encontró dominancia en el T3 con 21.53cm, seguidamente se ubicaron T11, T10, y T4, quienes fueron estadísticamente semejantes con medias de 21.12cm, 20.19cm, y 20.04cm respectivamente. por último, se encontraron T12, T13, T14, T9, T5, T1, T2, T8, T6, T7, y T0 quienes fueron estadísticamente similares con medias de 18.74cm, 18.30cm, 18.15cm, 17.64cm, 17.16cm, 15.59cm, 15.08cm, 14.78cm, 14.49cm, 14.28cm y 12.86cm respectivamente.

Cuadro 36:

ANVA longitud de brotes a 86 días después del trasplante.

ANÁLISIS DE VARIANZA LONGITUD DE BROTES 86 DESPUÉS DE TRASPLANTE.

Fuentes de Variación	SM	GL	CM	FC	F de Tabla
Entre Tratamientos	727.17	14	51.94	6.52	1.95
Error	310.48	39	7.96		
Total	1037.65	53			

Coeficiente de Variación: 14.59%

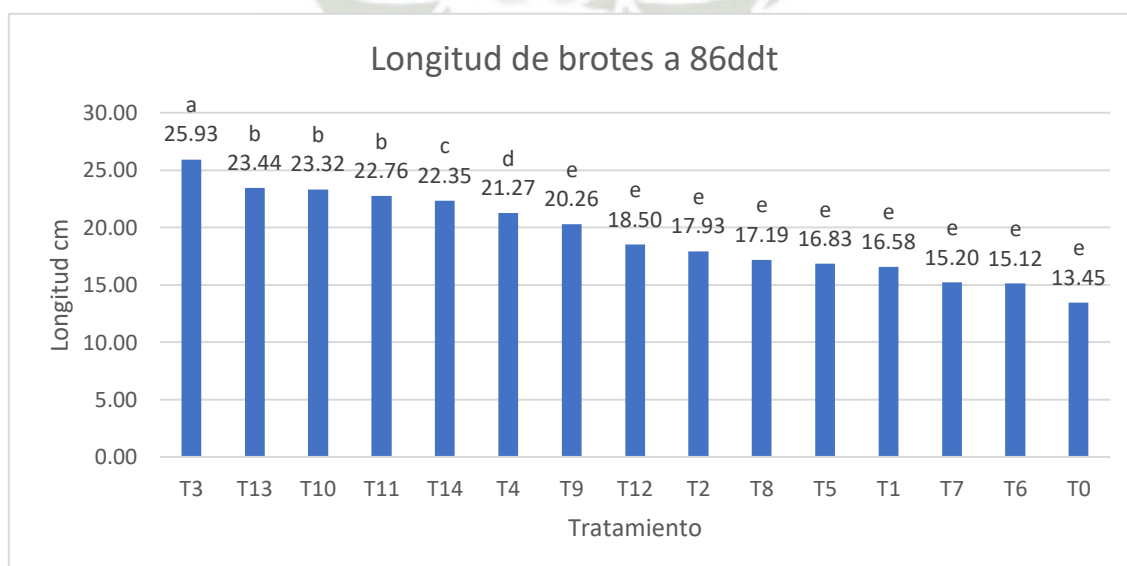
Cuadro 37:

Prueba de tukey para longitud de brotes a 86 días después del trasplante.

Tratamiento	Promedio	Significancia $\alpha = 0.05$
T3	25.93	a
T13	23.44	b
T10	23.32	b
T11	22.76	b
T14	22.35	c
T4	21.27	d
T9	20.26	e
T12	18.50	e
T2	17.93	e
T8	17.19	e
T5	16.83	e
T1	16.58	e
T7	15.20	e
T6	15.12	e
T0	13.45	e

Gráfico 14:

Prueba de tukey para longitud de brotes a 86 días después del trasplante.



Para la variable longitud de brotes a los 86 días, se observó una dominancia en T3 con 25.93cm. Seguidamente se ubicaron T13, T10, y T11 quienes fueron estadísticamente semejantes con medias de 23.44cm, 23.32cm, y 22.76cm respectivamente. A continuación, se encontró al T14 con una media de 22.35cm seguido del T4 con una media de 21.27cm. Por último, se ubicaron T9, T12, T2, T8, T5, T1, T7, T6, y T0 quienes fueron estadísticamente semejantes con medias de 20.26cm, 18.50cm, 17.93cm, 17.19cm, 16.83cm, 16.58cm, 15.20cm, 15.12cm, y 13.45cm respectivamente.

Cuadro 38:

ANVA longitud de brotes a los 93 días después del trasplante.

ANÁLISIS DE VARIANZA LONGITUD DE BROTES 93 DESPUÉS DE TRASPLANTE					
Fuentes de Variación	SM	GL	CM	FC	F de Tabla
Entre Tratamientos	939.73	14	67.12	9.09	1.95
Error	287.86	39	7.38		
Total	1227.59	53			
Coeficiente de Variación: 12.50%					

Cuadro 39:

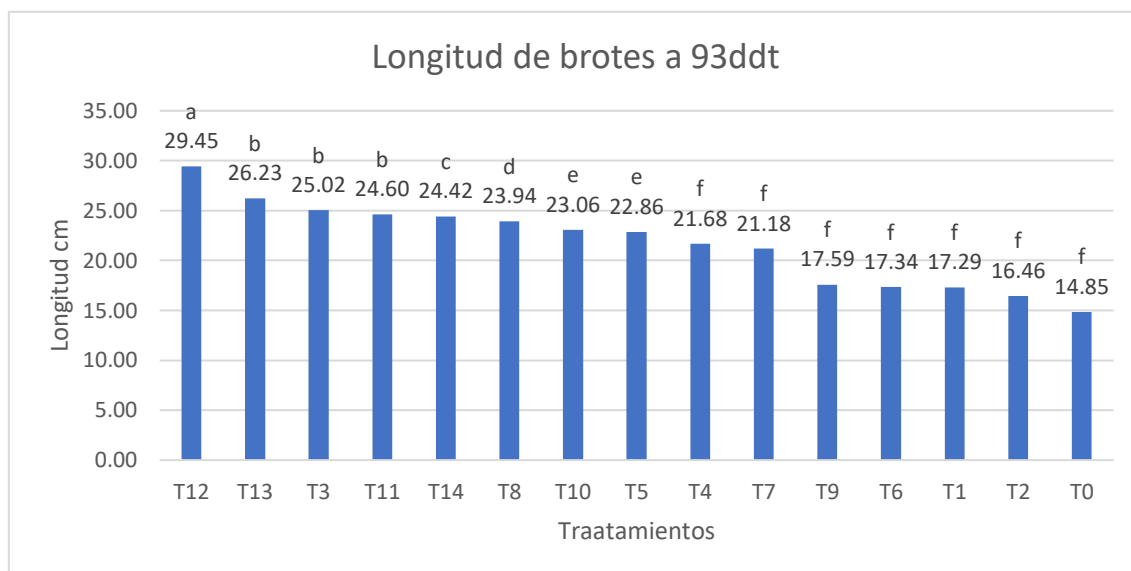
Prueba de tukey para la longitud a 93 días después del trasplante.

Tratamiento	Promedio	Significancia $\alpha = 0.05$
T12	29.45	a
T13	26.23	b
T3	25.02	b
T11	24.60	b
T14	24.42	c
T8	23.94	d
T10	23.06	e
T5	22.86	e
T4	21.68	f
T7	21.18	f
T9	17.59	f
T6	17.34	f

T1	17.29	f
T2	16.46	f
T0	14.85	f

Gráfico 15:

Prueba de tukey para la longitud de brotes a 93 días después del trasplante.



Para la variable Longitud de brotes, el T12 obtuvo la media más alta con 29.45cm, los siguientes fueron los tratamientos T13, T3 y T11 quienes fueron estadísticamente similares con medias de 26.23cm, 25.02cm y 24.60cm respectivamente. A continuación, se encuentran los tratamientos T14, y T8 quienes fueron estadísticamente diferentes entre sí, con medias de 24.42cm y 23.94cm respectivamente. seguidamente se encontraron T10 y T5 quienes fueron estadísticamente semejantes con medias de 23.06cm, y 22.86cm. por último se encontraron T4, T7, T9, T6, T1, T2, y T0 quienes fueron estadísticamente similares con medias de 21.68cm, 21.18cm, 17.59cm, 17.34cm, 17.29cm, 16.46cm, y 14.85cm respectivamente.

4.1.4. Diámetro de brotes desde los 30 a los 93 días después del trasplante.

Cuadro 40:

ANVA diámetro de brotes a los 30 días después del trasplante.

ANÁLISIS DE VARIANZA DIÁMETRO DE BROTES 30 DESPUÉS DE TRASPLANTE.					
Fuentes	de				
Variación	SM	GL	CM	FC	F de Tabla
Entre Tratamientos	0.29	14	0.02	1.65	1.95
Error	0.49	39	0.01		
Total	0.78	53			
Coeficiente de Variación: 29.33%					

Cuadro 41:

ANVA diámetro de brotes a los 37 días después del trasplante.

ANÁLISIS DE VARIANZA DIÁMETRO DE BROTES 37 DESPUÉS DE TRASPLANTE.					
Fuentes	de				
Variación	SM	GL	CM	FC	F de Tabla
Entre Tratamientos	0.61	14	0.04	2.23	1.95
Error	0.76	39	0.02		
Total	1.36	53			
Coeficiente de Variación: 29.71%					

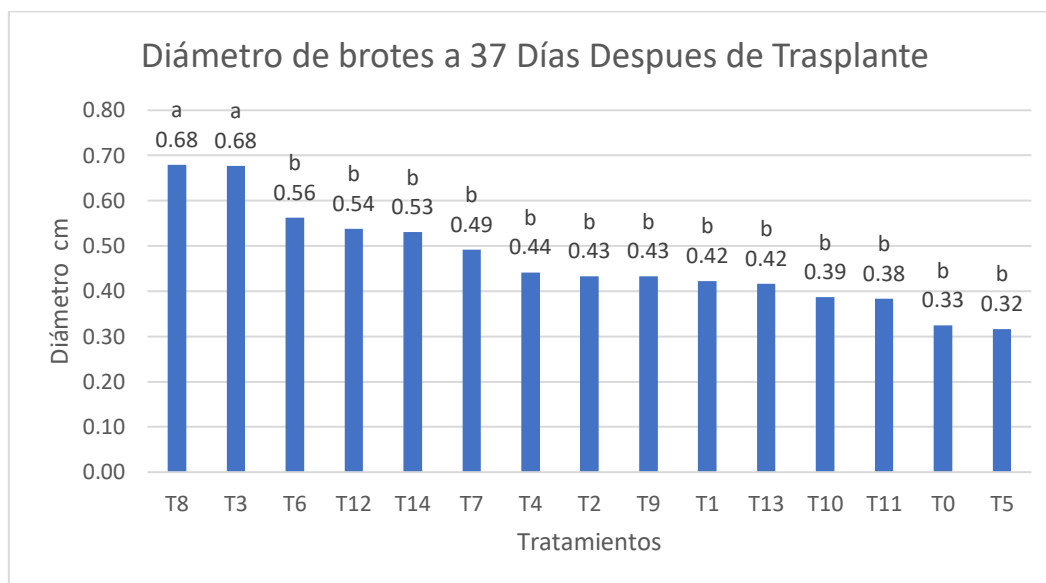
Cuadro 42:

Prueba de tukey para Diámetro de brotes a 37 días después del trasplante.

Tratamiento	Promedio	Significancia $\alpha = 0.05$
T8	0.68	a
T3	0.68	a
T6	0.56	b
T12	0.54	b
T14	0.53	b
T7	0.49	b
T4	0.44	b
T2	0.43	b
T9	0.43	b
T1	0.42	b
T13	0.42	b
T10	0.39	b
T11	0.38	b
T0	0.33	b
T5	0.32	b

Gráfico 16:

Prueba de tukey para diámetro de brotes a los 37 días después del trasplante.



Para la variable Diámetro de Brotes a los 37ddt los tratamientos T8 y T3 obtuvieron las medias más altas con un valor de 068cm en ambos casos, por último, tenemos a los tratamientos T6, T12, T14, T7, T4, T2, T9, T1, T13, T10, T11, T0 y T5 quienes fueron estadísticamente similares entre sí, pero numéricamente diferentes, con medias de 0.56cm, 0.54cm, 0.53cm, 0.49cm, 0.44cm, 0.43cm, 0.43cm, 0.42cm, 0.42cm 0.39cm, 0.38cm, 0.33cm y 0.32cm respectivamente.

Cuadro 43:

ANVA diámetro de brotes a los 44 días después del trasplante.

ANÁLISIS DE VARIANZA DIÁMETRO DE BROTES 44 DESPUÉS DE TRASPLANTE.

Fuentes de Variación	SM	GL	CM	FC	F de Tabla
Entre Tratamientos	0.74	14	0.05	1.67	1.95
Error	1.24	39	0.03		
Total	1.99	53			

Coeficiente de Variación: 25.97%

Cuadro 44:

ANVA diámetro de brotes a los 51 días después del trasplante.

ANÁLISIS DE VARIANZA DIÁMETRO DE BROTES 51 DESPUÉS DE TRASPLANTE.

Fuentes de Variación	SM	GL	CM	FC	F de Tabla
Entre Tratamientos	0.78	14	0.06	1.22	1.95
Error	1.79	39	0.05		
Total	2.57	53			

Coeficiente de Variación: 24.79%

Cuadro 45:

ANVA diámetro de brotes a los 58 días después del trasplante.

ANÁLISIS DE VARIANZA DIÁMETRO DE BROTES 58 DESPUÉS DE TRASPLANTE.

Fuentes de Variación	SM	GL	CM	FC	F de Tabla
Entre Tratamientos	2.05	14	0.15	1.60	1.95
Error	3.58	39	0.09		
Total	5.63	53			

Coeficiente de Variación: 21.41%

Cuadro 46:

ANVA diámetro de brotes a los 65 días después del trasplante.

ANÁLISIS DE VARIANZA DIÁMETRO DE BROTES 65 DESPUÉS DE TRASPLANTE.

Fuentes de Variación	SM	GL	CM	FC	F de Tabla
Entre Tratamientos	4.38	14	0.31	1.19	1.95
Error	10.28	39	0.26		
Total	14.66	53			

Coeficiente de Variación: 25.34%

Cuadro 47:

ANVA diámetro de brotes a los 72 días después del trasplante.

ANÁLISIS DE VARIANZA DIÁMETRO DE BROTES 72 DESPUÉS DE TRASPLANTE.

Fuentes de Variación	SM	GL	CM	FC	F de Tabla
Entre Tratamientos	4.74	14	0.34	1.37	1.95
Error	9.61	39	0.25		
Total	14.35	53			

Coeficiente de Variación: 20.57%

Cuadro 48:

ANVA diámetro de brotes a los 79 días después del trasplante.

ANÁLISIS DE VARIANZA DIÁMETRO DE BROTES 79 DESPUÉS DE TRASPLANTE

Fuentes de Variación	SM	GL	CM	FC	F de Tabla
Entre Tratamientos	5.98	14	0.43	1.20	1.95
Error	13.88	39	0.36		
Total	19.86	53			

Coeficiente de Variación: 22.40%

Cuadro 49:

ANVA diámetro de brotes a los 86 días después del trasplante.

ANÁLISIS DE VARIANZA DIÁMETRO DE BROTES 86 DESPUÉS DE TRASPLANTE

Fuentes de Variación	SM	GL	CM	FC	F de Tabla
Entre Tratamientos	2.26	14	0.16	0.60	1.95
Error	10.51	39	0.27		
Total	12.77	53			

Coeficiente de Variación: 18.37%

Cuadro 50:

ANVA diámetro de brotes a los 93 días después del trasplante.

ANÁLISIS DE VARIANZA DIÁMETRO DE BROTES 93 DESPUÉS DE TRASPLANTE					
Fuentes de Variación	SM	GL	CM	FC	F de Tabla
Entre Tratamientos	9.98	14	0.71	1.97	1.95
Error	14.09	39	0.36		
Total	24.07	53			
Coeficiente de Variación: 23.94%					

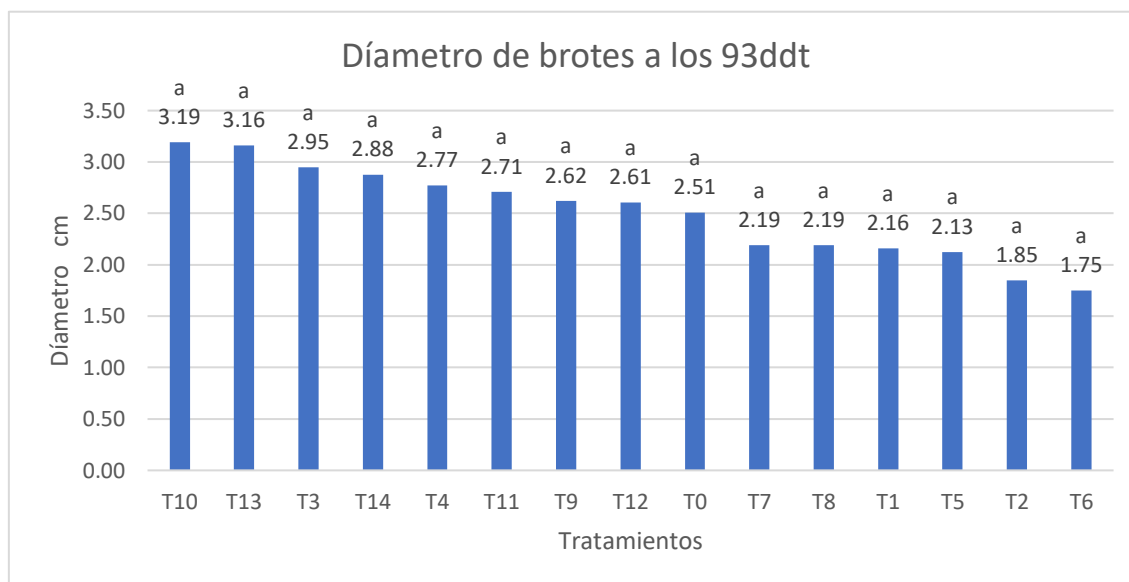
Cuadro 51:

Prueba de tukey para el diámetro de brotes a 93 días después del trasplante.

Tratamiento	Promedio	Significancia $\alpha = 0.05$
T10	3.19	A
T13	3.16	A
T3	2.95	A
T14	2.88	A
T4	2.77	A
T11	2.71	A
T9	2.62	A
T12	2.61	a
T0	2.51	a
T7	2.19	a
T8	2.19	a
T1	2.16	a
T5	2.13	a
T2	1.85	a
T6	1.75	a

Gráfico 17:

Prueba de tukey para el diámetro de brotes a 93 días después del trasplante.



Para la variable diámetro de Brotes a los 93 ddt. se observa que no hay diferencia significativa entre los tratamientos, sin embargo, se observa una diferencia numérica siendo los tratamientos con medias superiores T10; T13; T3; T14; T4; T11; T9; T12; T0; T7; T8; T1; T5; T2 y T6 con valores de 3.19cm, 3.16cm, 2.95cm, 2.88cm, 2.77cm, 2.71cm, 2.62cm, 2.61cm, 2.51cm, 2.19cm, 2.19cm, 2.16cm, 2.13cm, 1.85cm, y 1.75cm respectivamente.

4.1.5. Longitud de raíces a los 93 días después del trasplante.

Cuadro 52:

ANVA longitud de raíz a los 93 días después del trasplante.

ANÁLISIS DE VARIANZA LONGITUD DE RAIZ A 93 DESPUÉS DE TRASPLANTE.

Fuentes de Variación	SM	GL	CM	FC	F de Tabla
Entre Tratamientos	1606	14	114.68	653.61	1.95
Error	7	39	0.18		
Total	1612	53			

Coeficiente de Variación: 4.78%

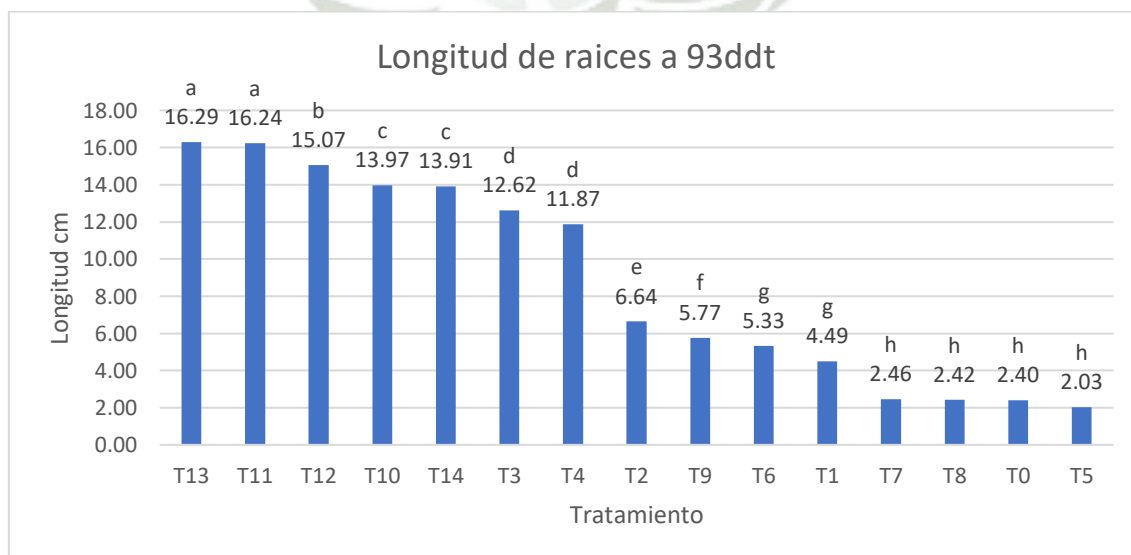
Cuadro 53:

Prueba de tukey para longitud de raíz a 93 días después del trasplante.

Tratamiento	Promedio	Significancia $\alpha = 0.05$
T13	16.29	a
T11	16.24	a
T12	15.07	b
T10	13.97	c
T14	13.91	c
T3	12.62	d
T4	11.87	d
T2	6.64	e
T9	5.77	f
T6	5.33	g
T1	4.49	g
T7	2.46	h
T8	2.42	h
T0	2.40	h
T5	2.03	h

Gráfico 18:

Prueba de tukey para longitud de raíz a 93 días después del trasplante.



Para la variable longitud de raíces a los 93 días. se observa que los tratamientos T13 y T11 obtuvieron una media mayor pero similar estadísticamente entre si con valores de 16.29cm y 16.24cm respectivamente, seguidos por el T12 con un valor de 15.07cm. los tratamientos T10 y T14 obtuvieron una media menor y similar estadísticamente entre si con valores de 13.97cm y 13.91cm respectivamente. seguidos de los Tratamientos T3 y T4 que fueron estadísticamente similares con medias de 12.62cm y 11.87cm respectivamente. seguidos del T2 quien obtuvo una media de 6.64cm. El tratamiento T9 obtuvo una media de 5.77cm, seguido de los tratamientos T6 y T1 que fueron estadísticamente similares con una media de 5.33cm y 4.49cm respectivamente. Por último, los tratamientos que obtuvieron una media inferior y estadísticamente similares fueron T7, T8, T0 y T5 con valores de 2.46cm, 2.42cm, 2.40cm y 2.03cm respectivamente.

Peso fresco de raíces a los 93 días después del trasplante.

Cuadro 54:

ANVA peso fresco de raíz a los 93 días después del trasplante.

ANÁLISIS DE VARIANZA PESO FRESCO DE RAIZ A 93 DESPUÉS DE TRASPLANTE.					
Fuentes de					
Variación	SM	GL	CM	FC	F de Tabla
Entre Tratamientos	1437	14	102.67	695.74	1.95
Error	6	39	0.15		
Total	1443	53			
Coeficiente de Variación: 4.94%					

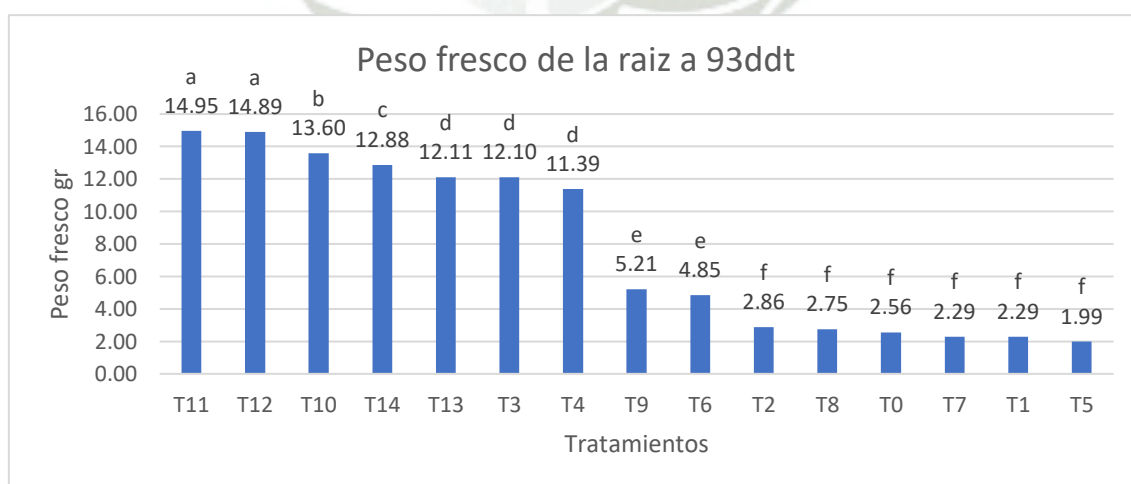
Cuadro 55:

Prueba de tukey para peso fresco de raíz a 93 días después del trasplante.

Tratamiento	Promedio	Significancia $\alpha = 0.05$
T11	14.95	a
T12	14.89	a
T10	13.60	b
T14	12.88	c
T13	12.11	d
T3	12.10	d
T4	11.39	d
T9	5.21	e
T6	4.85	e
T2	2.86	f
T8	2.75	f
T0	2.56	f
T7	2.29	f
T1	2.29	f
T5	1.99	f

Gráfico 19:

Prueba de tukey para peso fresco de raíz a 93 días después del trasplante.



Para la variable peso fresco de raíz a los 93 días, se observa que el tratamiento T11 y T12 obtuvieron una media superior con un valor de 14.95g y 14.89g respectivamente, seguido del T10 con una media de 13.60g, el T14 obtuvo una media de 12.88g. Seguido los

tratamientos T13; T3; T4 fueron estadísticamente similares con medias de 12.11g, 12.10g y 11.39g respectivamente. El T9 y T6 obtuvieron medias estadísticamente similares con valores de 5.21g y 4.85g respectivamente. Por ultimo los tratamientos T2, T8, T0, T7, T1 y T5 fueron estadísticamente similares con una media de 2.86g, 2.75g, 2.56g, 2.29g, 2.29g y 1.99g respectivamente.

4.1.6. Análisis económico de los tratamientos.

Para el análisis económico se siguió la metodología propuesta por Perrin (R, 1998)

Para ello se cuantificaron los costos variables del experimento por tratamiento. (cuadro 56)

La variabilidad entre los costos se conforma básicamente por el tipo de sustrato, la accesibilidad al mismo y la mano de obra necesaria para su preparación, mismos que se detallan en el anexo 4

Cuadro 56:

Costos variables del experimento por tratamiento

Tratamiento	Costo Total/Tratamiento S/.
t0	S/.112.67
t1	S/.110.33
t2	S/.191.00
t3	S/.119.50
t4	S/.114.00
t5	S/.111.50
t6	S/.151.83
t7	S/.116.08
t8	S/.113.33
t9	S/.150.67
t10	S/.114.92
t11	S/.112.17
t12	S/.155.25
t13	S/.152.50
t14	S/.116.75

En el cuadro 57 se observan los ingresos totales del experimento por tratamiento, el cálculo del número de plantas obtenidas para ser vendidas se obtiene de las plantas enraizadas para cada tratamiento en sus 4 repeticiones descontando aquellas que fueron encontradas con pudrición bacteriana. El valor de venta fue S/.10.00

Cuadro 57:

Ingreso total del experimento por tratamiento

Tratamiento	Esquejes enraizados/ tratamiento	Precio de cada esqueje	Ingreso total
T0	20	S/.10	S/.200
T1	24	S/.10	S/.240
T2	24	S/.10	S/.240
T3	24	S/.10	S/.240
T4	24	S/.10	S/.240
T5	19	S/.10	S/.190
T6	23	S/.10	S/.230
T7	21	S/.10	S/.210
T8	22	S/.10	S/.220
T9	24	S/.10	S/.240
T10	24	S/.10	S/.240
T11	23	S/.10	S/.230
T12	24	S/.10	S/.240
T13	24	S/.10	S/.240
T14	23	S/.10	S/.230

En función al Costo variable y a los ingresos por tratamiento se calcularon los Beneficios netos (Cuadro 58).

Cuadro 58:
Beneficio neto del experimento por tratamiento

Tratamiento	Costo Total/Tratamiento	Ingreso Total	Beneficio Neto
t0	S/.112.67	S/.200	S/.87.33
t1	S/.110.33	S/.240	S/.129.67
t2	S/.191.00	S/.240	S/.49.00
t3	S/.119.50	S/.240	S/.120.50
t4	S/.114.00	S/.240	S/.126.00
t5	S/.111.50	S/.190	S/.78.50
t6	S/.151.83	S/.230	S/.78.17
t7	S/.116.08	S/.210	S/.93.92
t8	S/.113.33	S/.220	S/.106.67
t9	S/.150.67	S/.240	S/.89.33
t10	S/.114.92	S/.240	S/.125.08
t11	S/.112.17	S/.230	S/.117.83
t12	S/.155.25	S/.240	S/.84.75
t13	S/.152.50	S/.240	S/.87.50
t14	S/.116.75	S/.230	S/.113.25

Para el análisis de dominancia por tratamiento (Cuadro 59), se ordenaron los datos de forma descendente basándose en el beneficio neto. Se calificó los tratamientos como no dominados “*” aquellos que presentaron el mayor beneficio neto y el costo variable más bajo, los tratamientos dominados (D) fueron excluidos en la siguiente fase del análisis económico.

Los tratamientos no dominados fueron sometidos a un análisis de beneficio neto marginal y costo variable marginal, calculando de esta forma la tasa de retorno marginal (Cuadro 60).

Cuadro 59:
Análisis de dominancia de tratamientos.

Tratamiento	Costo Total/Tratamiento	Beneficio	
		Neto	Dominancia
T1	S/.110.33	S/.129.67	*
T5	S/.111.50	S/.78.50	D
T11	S/.112.17	S/.117.83	*
T0	S/.112.67	S/.87.33	D
T8	S/.113.33	S/.106.67	*
T4	S/.114.00	S/.126.00	*
T10	S/.114.92	S/.125.08	*
T7	S/.116.08	S/.93.92	D
T14	S/.116.75	S/.113.25	*
T3	S/.119.50	S/.120.50	*
T9	S/.150.67	S/.89.33	D
T6	S/.151.83	S/.78.17	D
T13	S/.152.50	S/.87.50	*
T12	S/.155.25	S/.84.75	D
T2	S/.191.00	S/.49.00	D

Cuadro 60:
Tasa marginal de retorno de tratamientos.

	Costo	Beneficio	Costo	Beneficio	Tasa De
Tratamiento	Total/Tratamiento	Neto	Marginal	Neto Marginal	Retorno Marginal
T1	S/.110.33	S/.129.67	1.83	-11.83	-645%
T11	S/.112.17	S/.117.83	1.17	-11.17	-957%
T8	S/.113.33	S/.106.67	0.67	19.33	2900%
T4	S/.114.00	S/.126.00	0.92	-0.92	-100%
T10	S/.114.92	S/.125.08	1.83	-11.83	-645%
T14	S/.116.75	S/.113.25	2.75	7.25	264%
T3	S/.119.50	S/.120.50	33.00	-33.00	-100%
T13	S/.152.50	S/.87.50			

El tratamiento T1 fue el que obtuvo un mayor Beneficio neto a un menor costo por lo que al realizar el análisis de retorno marginal en función al menor costo total, cambiar del tratamiento más rentable a otros con rentabilidad menor representa una pérdida en términos de rentabilidad más no en términos económicos.

Es Debido a esto que Perrin sugiere se realice un análisis costo beneficio simple (cuadro 61) y un análisis de costo de oportunidad (gráfico 20)

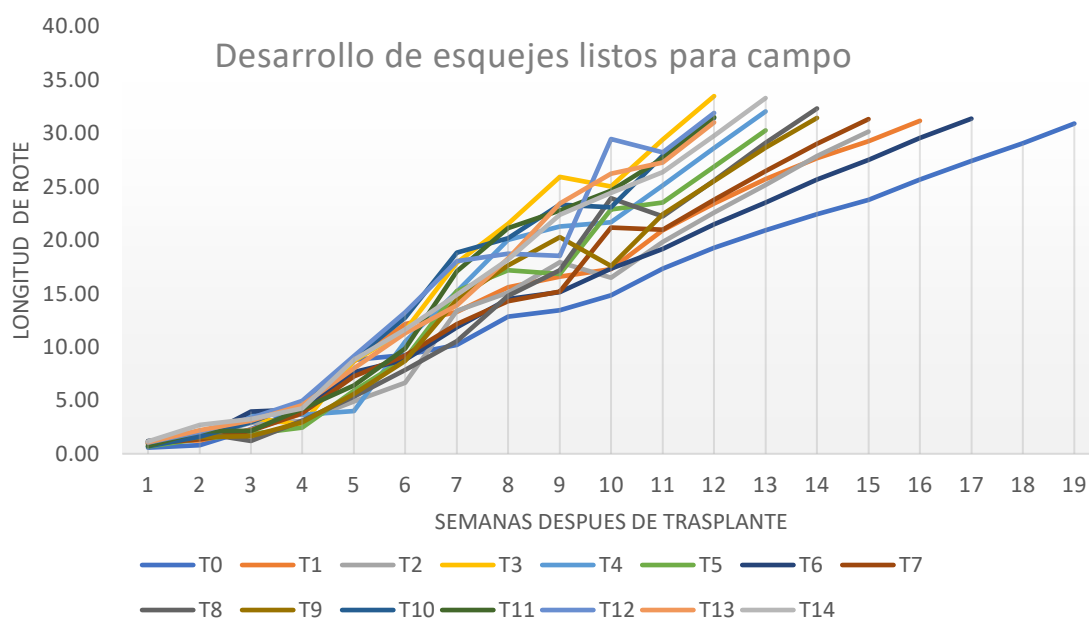
Cuadro 61:
Relación Costo Beneficio

	Costo	Ingreso	Relación
Tratamiento	Total/Tratamiento	Total	C/B
T1	S/.110.33	S/.240	2.18
T4	S/.114.00	S/.240	2.11
T10	S/.114.92	S/.240	2.09
T11	S/.112.17	S/.230	2.05
T3	S/.119.50	S/.240	2.01
T14	S/.116.75	S/.230	1.97
T8	S/.113.33	S/.220	1.94
T7	S/.116.08	S/.210	1.81
T0	S/.112.67	S/.200	1.78
T5	S/.111.50	S/.190	1.70
T9	S/.150.67	S/.240	1.59
T13	S/.152.50	S/.240	1.57
T12	S/.155.25	S/.240	1.55
T6	S/.151.83	S/.230	1.51
T2	S/.191.00	S/.240	1.26

En el Cuadro 61 se observa que los tratamientos T1; T4 y T10 son los que tienen una mayor Relación C/B sugiriéndose que estos son los de mayor rentabilidad, sin embargo dichos resultados aun no reflejan el efecto del tratamiento en función del tiempo, para ello se realizó una proyección de los tratamientos relacionando la tasa de crecimiento del brote principal con el número de semanas que se tomaría cada tratamiento en conseguir plantones listos para campo (cuando el brote principal tiene 30cm o más).

Gráfico 20:

Costo de oportunidad en función al desarrollo de esquejes listos para campo



En el Gráfico 20 podemos observar que los tratamientos que obtuvieron plántones listos para campo en menor tiempo fueron T3, T10, T11, T12, y T13 con un periodo de 12 semanas, a las trece semanas los tratamientos T4, T5, y T14 obtuvieron plántones listos para campo. A la semana 14 se obtuvieron plántones de los tratamientos T8 y T9. En la semana 15 se obtuvieron plántones de los tratamientos T2 y T7. Seguidamente a la semana 16 se obtuvieron plántones del T1 t a la semana 17 el T6. El tratamiento testigo obtuvo plántones a la semana 19 después de trasplantado.

Con la finalidad de entrelazar los conceptos de rentabilidad y costo de oportunidad se ordenaron los tratamientos con un menor periodo de tiempo y una mayor relación costo beneficio (Cuadro 62).

Cuadro 62:
Análisis de la Rentabilidad en función al tiempo y el costo de oportunidad

Tratamiento	Costo Total/Tratamiento	Ingreso Total	Semanas ddt	Relación
				C/B
t10	114.92	240	12	2.09
t11	112.17	230	12	2.05
t3	119.50	240	12	2.01
t13	152.50	240	12	1.57
t12	155.25	240	12	1.55
t4	114.00	240	13	2.11
t14	116.75	230	13	1.97
t5	111.50	190	13	1.70
t8	113.33	220	14	1.94
t9	150.67	240	14	1.59
t7	116.08	210	15	1.81
t2	191.00	240	15	1.26
t1	110.33	240	16	2.18
t6	151.83	230	17	1.51
t0	112.67	200	19	1.78

4.1.7. Ponderado de Resultados.

Cuadro 63:

Ponderado de resultados para las variables evaluadas a los 93ddt.

	N.		Longitud		Peso		Semanas
Tratamiento	Brotes	Longitud	Diámetro	Raíz	Fresco	C/B	Ddt
T13	2.53	26.23	3.16	16.29	12.11	1.57	12
T12	2.57	29.45	2.61	15.07	14.89	1.55	12
T11	2.33	24.60	2.71	16.24	14.95	2.05	12
T3	2.48	25.02	2.95	12.62	12.10	2.01	12
T10	2.45	23.06	3.19	13.97	13.60	2.09	12
T14	2.41	24.42	2.88	13.91	12.88	1.97	13
T4	2.39	21.68	2.77	11.87	11.39	2.11	13
T9	2.09	17.59	2.62	5.77	5.21	1.59	14
T8	2.04	23.94	2.19	2.42	2.75	1.94	14
T7	2.14	21.18	2.19	2.46	2.23	1.81	15
T5	2.20	22.86	2.13	2.03	1.99	1.70	13
T0	2.35	14.85	2.51	2.40	2.56	1.78	19
T6	1.90	17.34	1.75	5.33	4.85	1.51	17
T2	1.78	16.46	1.85	6.64	2.86	1.26	15
T1	1.78	17.29	2.16	4.49	2.29	2.18	16

4.2. DISCUSIÓN

Para las variables propuestas en esta investigación tenemos:

4.2.1. Número de brotes por tratamiento

A los 30ddt se observó que las medias más altas se alcanzaron por el T0 (Tierra de chacra) y T10 (Arena gruesa + Compost) con 1.80 y 1.74 brotes respectivamente. Los demás tratamientos fueron significantes entre sí, con medias que van desde 1.47 brotes del T12 (Pómez + Compost) hasta 1.24 brotes del T6 (Tierra de chacra + Pómez). Este mismo comportamiento se puede observar a los 37ddt, a los 51ddt y 65ddt. Para la evaluación final a los 93ddt, se observa una tendencia marcada en el número de brotes por tratamiento, siendo aquellos tratamientos compuestos por una fuente de M.O. y un

sustrato poroso los que obtuvieron medias superiores, como lo son T12 (Pómez + Compost) y T13 (Pómez + Estiércol), con medias de 2.57 y 2.53 brotes a los 93 ddt.

Los tratamientos compuestos enteramente por la combinación de fuentes de M.O. o la combinación solo de sustratos porosos se situaron a la mitad de la línea de tendencia con medias de 2.48 y 2.33 brotes a los 93 ddt. Como fueron los tratamientos T3 (Compost) y T11 (Arena+ Estiércol) respectivamente.

Por último, los tratamientos compuestos enteramente por la interacción de sustratos con tendencia a la compactación, sustratos únicamente porosos o la no combinación de los sustratos, obtuvieron las medias más bajas y fueron estadísticamente no significativos entre sí, con medias que van desde 2.20 hasta 1.78 brotes a los 93 ddt. de los tratamientos T5 (T. Chacra + Arena gruesa) y T2 (Arena) respectivamente.

Los resultados pudieran sugerir que entre los 30ddt y los 65ddt el brotamiento se vio influenciado principalmente por la acción de los carbohidratos de reserva propios de cada cladodio y no por el efecto del sustrato.

Estos hallazgos están en consonancia con varios estudios que destacan la importancia de los sustratos bien aireados y ricos en materia orgánica para el crecimiento radicular y la salud de las plantas. M. R. De Almeida (2017) encontró que los carbohidratos de reserva juegan un papel crucial en el enraizamiento de *Eucalyptus*, y que la combinación de sustratos bien aireados y ricos en nutrientes mejora significativamente el crecimiento de las raíces.

De igual manera, Hartmann en 2011 refiere que, durante el proceso de enraizamiento, los esquejes dependen de los carbohidratos de reserva para suministrar la energía necesaria para el desarrollo de nuevas raíces, proceso que se vería aletargado si el contenido de dichos carbohidratos es deficiente.

Este comportamiento durante el brotamiento también se puede apreciar en el experimento realizado por Tuesta (2022), donde los tratamientos con un sustrato retentivo y poroso obtuvieron las medias superiores como lo fue T11 (Tierra agrícola + pajilla carbonizada + 5 ml de Root Hor). Al igual que Ramos (2017), que para la variable Número de Brotes a los 30 ddt. observó una dominancia por los tratamientos que fueron enriquecidos con fuentes de M.O. seguidos de los tratamientos de composición más retentiva, y por último los tratamientos de composición más porosa.

Respecto a esto Estuardo (2020), obtiene la mayor cantidad de brotes utilizando como sustrato Broza, con una media de 22 brotes y aquellos tratamientos con menor fertilidad física y química obtuvieron una media de 4 brotes. Pilar (2019), obtiene un mayor número de brotes conforme mayor sea la porosidad del sustrato evaluado obteniendo una media de 2 brotes en el T3 (3 Arena: 1 Turba: 1 Humus), de igual forma Miranda & Ubeda (2013), obtiene resultados con la misma tendencia de comportamiento, pudiendo encontrarse un mayor número de brotes a los 35 ddt. en los tratamientos compuestos por fuentes de M.O., y la menor cantidad de brotes en los sustratos enteramente porosos e inertes como fueron para ese estudio la arena gruesa.

De acuerdo con Isaac (2018), La aplicación de materia orgánica mejora las capacidades del suelo, incrementando el intercambio catiónico, el contenido de macro y micronutrientes y las capacidades retentivas de humedad, así como el aumento de la microfauna del suelo, estos procesos afectan de forma directa al enraizamiento o germinación de las plantas, así como también favorecen a su etapa de desarrollo vegetativo. Motivo por el cual las plantas desarrolladas en sustratos con M.O. tendrán ventajas respecto a aquellas cuyo desarrollo se da en menores cantidades de esta.

Los tratamientos T12 (Pómez + Compost) y T13 (Pómez + Estiércol) fueron los más efectivos en promover el brotamiento a los 93 ddt, lo que sugiere que una combinación de M.O. y sustratos porosos proporciona un balance óptimo de nutrientes y aireación. Según Pedro Villar-Salvador (2015) las plantas que crecen en sustratos con buen drenaje y alta aireación muestran una mejor resistencia al estrés y un mayor crecimiento, debido a la disponibilidad constante de oxígeno y nutrientes en las raíces.

Los tratamientos compuestos por sustratos que tienden a compactarse, como T5 (Tierra de chakra + Arena gruesa), tuvieron un rendimiento significativamente menor en el número de brotes. Los trabajos de Villar-Salvador (2015) y otros han demostrado que los sustratos compactos limitan la difusión de oxígeno, lo cual puede restringir el crecimiento radicular y la absorción de nutrientes, resultando en un menor desarrollo vegetativo.

Se observó que entre los 30 y 65 ddt, el brotamiento fue influenciado principalmente por los carbohidratos de reserva propios de cada cladodio y no tanto por el efecto del sustrato. Villar-Salvador, (2015) y M. R. De Almeida (2017) enfatizan que los carbohidratos de reserva son cruciales para el desarrollo inicial de las raíces, proporcionando la energía

necesaria para la división celular y el crecimiento en las etapas tempranas de la rizogénesis.

4.2.2. Longitud de brotes por tratamiento

A los 30 ddt se observa una diferencia significativa en los tratamientos T2 (100% Piedra pómez) y T6 (T. Chacra+ P. Pómez) quienes obtuvieron las medias más altas con valores de 1.20cm y 1.19cm respectivamente. Seguidamente se posicionaron los tratamientos T14 (Estiércol + Compost) y T3 (100% Compost) con medias de 1.16cm y 1.15cm respectivamente. Entre los 37ddt y 44ddt los tratamientos predominantes en cuanto a longitud se refiere fueron variados, la elongación de los brotes fue inconsistente, siempre predominando los tratamientos ricos en Materia Orgánica y aquellos de consistencia porosa.

Desde los 51 ddt hasta los 86 ddt, los tratamientos predominantes en elongación fueron T12 (P. Pómez + Compost), T10 (Arena gruesa + Compost), T3 (100% Compost) y T11 (Arena gruesa + Estiércol descompuesto).

Por último, a los 93ddt en el gráfico 15 se observa que las medias un mayor desarrollo de brotes en los tratamientos compuestos por sustratos sueltos y con mayor contenido de M.O. como fue el T12 (Pómez + Compost) con 29.45cm. seguido por aquellos tratamientos en cuyos componentes se tuvo sustratos más compactos o con menor cantidad de M.O. como el T5 (T. Chacra + Arena) con 23.21cm, y por último en escala de desarrollo se ubicaron los tratamientos que dentro de sus componentes no tuvieron la interacción de más de 1 sustrato, y siendo los peores aquellos con comportamientos muy porosos o con tendencia a la compactación como el T2 (100%P. Pómez) con 16.46cm y el T0 (100% T. Chacra) con 14.85cm.

En función a los resultados obtenidos podemos distinguir 2 periodos en función a la elongación del brote principal. Desde los 30ddt a los 44ddt el crecimiento del brote se vería influenciado principalmente por los carbohidratos de reserva del cladodio y el efecto beneficioso del sustrato afecta en menor proporción siendo la buena retención de humedad, y la aireación las características relevantes. Desde los 51ddt a los 93ddt comenzaría el segundo periodo, donde el crecimiento del brote se vería influenciado principalmente por las características del sustrato al poder proporcionarle retención de humedad, aireación y nutrientes por parte de la materia orgánica. Por lo que es correcto inferir que, a partir de los 51ddt en los tratamientos con sustratos porosos y ricos en

materia orgánica, las raíces y pelos absorbentes de las mismas ya son completamente funcionales e incrementaron significativamente el desarrollo en estos sustratos.

Respecto a esta misma variable, Gomez Cencia (2023), obtiene mayores medias de biomasa de esquejes estadísticamente significantes, siendo los tratamientos con mayor tamaño de esqueje y un sustrato poroso y con mayor contenido de materia orgánica superiores respecto a los tratamientos con un contenido menor de estas características. De igual forma Ramos (2017), demuestra en su experimento el rol de los carbohidratos de reserva y las fuentes de M.O., pues el mismo comportamiento se observa en los nuevos brotes ya que aquellos provenientes de esquejes de mayor tamaño o/y con sustratos con buen contenido de materia orgánica tuvieron un mayor desarrollo que aquellos brotes provenientes de esquejes de menor tamaño y con sustratos con menor contenido de M.O., esta información comparada con el presente experimento, nos indica que los sustratos porosos y con buen contenido de M.O. favorecen el brotamiento y una vez se obtuvieron raíces funcionales en los esquejes el desarrollo de los nuevos brotes se vio favorecido por el aporte nutrimental de los sustratos. Este mismo comportamiento se observa en el experimento realizado por Miranda & Ubeda (2013), siendo los tratamientos con menor desarrollo de brotes el Tratamiento de arena gruesa, con una media de 13.77cm a los 65ddt. Y los tratamientos con Humus de lombriz obtuvieron una media de 23.14cm a los 65ddt.

Durante el período inicial (30 a 44 días después del trasplante), se observó que el crecimiento de los brotes estuvo influenciado principalmente por los carbohidratos de reserva del cladodio, con tratamientos que presentaron buenas características de retención de humedad y aireación mostrando un mejor desempeño. Los tratamientos T2 (100% Pómez) y T6 (Tierra de chacra + Pómez) lograron las mayores longitudes de brotes, con medias de 1.20 cm y 1.19 cm, respectivamente. Este comportamiento puede explicarse por la alta disponibilidad de carbohidratos de reserva en el cladodio, que proporcionan la energía necesaria para el crecimiento inicial de los brotes.

Estos resultados están alineados con investigaciones previas que subrayan la importancia de los carbohidratos de reserva en las etapas iniciales del crecimiento de las plantas. Por ejemplo, el trabajo de M. R. De Almeida (2017) demostró que los carbohidratos almacenados son fundamentales para la formación de raíces y brotes en los primeros días después del trasplante. Asimismo, estudios de Villar-Salvador (2015) resaltan que los

carbohidratos no estructurales son esenciales para el desarrollo inicial de las plantas, actuando como fuente principal de energía durante los primeros días de crecimiento.

Desde los 51 hasta los 93 ddt, el crecimiento de los brotes estuvo significativamente influenciado por las características del sustrato. Los tratamientos que combinaron sustratos porosos y ricos en materia orgánica, como T12 (Pómez + Compost), T10 (Arena gruesa + Compost), y T11 (Arena gruesa + Estiércol descompuesto), mostraron el mayor desarrollo de brotes, alcanzando longitudes de hasta 29.45 cm a los 93 ddt.

Este patrón sugiere que, una vez que las raíces se vuelven funcionales, el sustrato comienza a desempeñar un papel crucial en el crecimiento al proporcionar una retención adecuada de humedad, aireación y nutrientes. Los estudios de M. R. De Almeida, (2017) también enfatizan la importancia de un sustrato bien aireado y con buen drenaje para el desarrollo radicular óptimo y la salud general de las plantas

4.2.3. Diámetro de brotes por tratamiento.

Respecto a esta variable, si bien a los 37ddt en el gráfico 16 se puede observar que los brotes de mayor diámetro se obtuvieron por Tratamientos con fuentes de M.O.; desde los 44ddt hasta 83ddt los ANVA no indicaron significancia entre los tratamientos, y a los 93ddt si bien hubo significancia, no fueron estadísticamente relevantes para la prueba de tukey, no obstante, si se evidenció una diferencia numérica, pues el desarrollo de los nuevos brotes en el experimento tuvo un desarrollo directamente proporcional entre las variables longitud y diámetro del brote siendo el T10 (Arena gruesa + Compost) el que obtuvo brotes de mayor diámetro con 3.19cm a 93 ddt. Y el T6 (T. Chacra + P. Pómez) el tratamiento con menor diámetro de brotes con 1.75cm a los 93ddt.

Estos resultados se relacionan a los obtenidos por Tuesta (2022), quien obtiene medias de similar comportamiento en los tratamientos con sustratos porosos y ricos en materia orgánica, de igual forma, Ramos (2017), en su experimento evidenció un mayor desarrollo respecto al diámetro del brote en los tratamientos con mayor fuente de carbohidratos de reserva y contenido de M.O. con medias de 2.5 cm, pero los tratamientos con sustratos más porosos obtuvieron medias de 0.55cm, esta diferencia notoria entre los diámetros del brote pudiera deberse de entre las muchas posibles causas a la variedad seleccionada, la frecuencia de riego aplicada, y el contenido de carbohidratos de reserva, que para nuestro caso no fue una de las variables independientes bajo estudio.

Miranda & Ubeda (2013), por otro lado, obtiene resultados de comportamiento similar lo que corrobora el efecto de las fuentes de M.O. en la mayor generación de biomasa en los cladodios de pitahaya.

4.2.4. Longitud de raíces por tratamiento

Para esta variable el comportamiento de los esquejes fue similar, los tratamientos compuestos por sustratos porosos y con alto contenido de M.O. mostraron las medias más altas, como el caso del T13 (P. Pómez + Estiércol), T11 (Arena gruesa + Estiércol) y T12 (P. Pómez + Compost) con valores de 16.29cm, 16.24cm y 15.07cm a los 93ddt. Este desarrollo radicular favorable es apreciable en todos los tratamientos con alto contenido de M.O., inclusive si los tratamientos estaban compuestos solo por M.O. como fue el caso de T4 (100% Estiércol descompuesto) con 11.87cm., lo siguiente apreciable es un desarrollo radicular pobre en longitud que va desde los tratamientos más porosos, como el T2 (100% P. Pómez) con 6.64cm, hasta un desarrollo radicular deficiente en aquellos tratamientos más compactos como lo fueron T0 (100% Tierra de chacra) y T5 (Tierra de chacra + Arena gruesa) con 2.40cm y 2.03 cm a los 93 ddt.

Respecto a esto, para esta misma variable, Tuesta (2022), obtiene medias similares en la interacción de un sustrato más la aplicación de bioestimulante (Tierra agrícola + pajilla carbonizada + 5 ml de Root Hor). Para Estuardo (2020), las mayores medias de obtuvieron en el sustrato Tierra Negra, con 21cm de longitud de raíz, esto debido a la mayor fertilidad y porosidad en comparación con los otros sustratos evaluados, aun cuando otros tratamientos fueran expuestos a dosis de Auxinas. Ramos (2017) y Miranda & Ubeda (2013), obtienen resultados similares por lo que es correcto señalar la interacción positiva entre el desarrollo radicular de la pitahaya y los sustratos sueltos y con buen contenido de M.O.

M. R. De Almeida (2017) señala que la materia orgánica en el sustrato mejora la estructura del suelo y proporciona nutrientes esenciales, lo que favorece el crecimiento radicular. La disponibilidad de nutrientes y una buena estructura del suelo son clave para un desarrollo radicular robusto, de igual forma ha demostrado que los sustratos porosos proporcionan una buena aireación y drenaje, pero si no están complementados con M.O., pueden carecer de los nutrientes necesarios para un desarrollo radicular óptimo, al contrario de los sustratos compactos, que limitan la disponibilidad de oxígeno y dificultan la penetración de las raíces, lo que resulta en un desarrollo radicular deficiente.

4.2.5. eso fresco de raíces por tratamiento

Para la variable de peso fresco de raíz, el comportamiento fue similar a la variable de longitud. Se observa en el gráfico 19 como se ejerce una dominancia de los tratamientos compuestos por sustratos porosos y ricos en M.O. como lo fue el T11 (Arena + Estiércol) con una media de 14.95 gr a los 93ddt. Estos tratamientos no solo mostraron una mayor longitud, sino que también una mayor cantidad de emisión de raíces secundarias. Seguido se observó que los tratamientos con sustratos porosos obtuvieron medias similares, como el T6 (T. Chacra+ Pómez) que alcanzó un valor de 4.85g a los 93ddt. Por ultimo los tratamientos con sustratos con tendencia a la compactación fueron estadísticamente similares con las medias más bajas como el T5 (T. Chacra + Arena) con una media de 1.99g a los 93ddt.

Este mismo comportamiento se puede apreciar en los experimentos realizados por Gomez Cencia (2023), Ramos (2017) y Miranda & Ubeda (2013), lo que indicaría que el desarrollo radicular se ve favorecido por los sustratos porosos y ricos en M.O., y así mismo el desarrollo radicular resulta aletargado por los sustratos con tendencia a la compactación y deficientes en M.O.

4.2.5. Análisis costo beneficio por tratamiento

Respecto al costo beneficio, como se aprecia en el cuadro 62, los tratamientos con sustratos porosos y ricos en M.O. obtuvieron esquejes de 30cm en promedio a las 12 semanas, con relaciones de costo beneficio que van desde los 2.09 del T10 (Arena + Compost) hasta 1.55 del T12 (P. Pómez + Compost). Si bien hubo relaciones costo beneficio de mayor rentabilidad como son del T1 (100% Arena gruesa) con 2.18, es conveniente tomar en cuenta el tiempo que este tarda y el costo de oportunidad que se genera, pues este tratamiento bajo las condiciones de este estudio requeriría de más de 16 semanas para generar plantones listos para el campo, adicionalmente cabe resaltar que el tratamiento testigo tomaría un total de 19 semanas para conseguir esquejes listos para terreno definitivo.

En relación con esta variable, Estuardo (2020), obtuvo una rentabilidad mayor al 60% en los tratamientos compuestos por Broza (Materia orgánica y suelo en igual proporción) siendo una fuente de variación en la rentabilidad la fitohormona que se utilizó. De igual forma Miranda & Ubeda (2013), llega a obtener relaciones costo beneficio superiores de 3.89 en el enraizamiento de pitahaya en compost y 3.24 en el enraizamiento de los

esquejes en arena gruesa. Esta diferencia en el tema económico es presumiblemente causada por la disponibilidad de los sustratos en cada zona de producción, el costo de acarreo de los materiales, y el precio de venta final de cada esqueje, pero cabe resaltar que no se considera el tiempo de producción en dicho trabajo.

De acuerdo con De Almeida (2017) la adición de compost y estiércol mejora significativamente la productividad de las plantas, lo que se traduce en una mejor relación costo-beneficio debido a los menores tiempos de cultivo y el mejor rendimiento de los esquejes

Aunque algunos tratamientos, como T1 (100% Arena gruesa), tienen una alta relación costo-beneficio, el tiempo adicional necesario para producir esquejes listos para el campo reduce su viabilidad económica, Villar-Salvador (2015) enfatiza que el tiempo de cultivo es un factor crucial en la rentabilidad de los esquejes. Los tratamientos que requieren más tiempo para alcanzar el tamaño adecuado pueden incurrir en mayores costos de mantenimiento y reducción de la rentabilidad neta.

El tratamiento testigo y otros tratamientos con sustratos compactos, como T5 (Tierra de chacra + Arena gruesa), presentaron relaciones costo-beneficio desfavorables debido al tiempo extendido necesario para generar esquejes adecuados. Villar-Salvador (2015) señala que los sustratos compactos limitan la eficiencia de la producción debido a la menor penetración y desarrollo radicular, lo que aumenta el tiempo y los costos asociados con la producción de esquejes listos para el campo.

4.2.6. Limitaciones meteorológicas durante la fase experimental.

De acuerdo con el histograma y datos históricos de la estación Pampa de Majes, durante la fase experimental, la temperatura mínima fluctuó 2°C más fría, de igual manera la temperatura máxima fue 2.5°C más cálida, respecto a esto, Burgos (2013), señala como temperaturas óptimas las fluctuantes entre los 14°C y 25°C, sin embargo el principal factor limitante para la producción en la irrigación de majes es la Humedad Relativa pues el óptimo reportado por este autor es de 80% lo que es propio de las zonas tropicales donde se desarrolla este cultivo.

Si bien el cultivo de pitahaya se asocia a zonas de mayor HR y asociado a sombreadamiento. En la irrigación de majes las condiciones difieren por lo que se da el escaldamiento de los cladodios, esto limita el desarrollo vegetativo y la producción.

CAPITULO V.

5. CONCLUSIONES.

En base a los objetivos planteados, se llegó a las siguientes conclusiones:

- Bajo las condiciones en que se desarrolló el experimento, se determinó que la mezcla de sustrato óptima para el enraizamiento de esquejes de pitahaya *Selenicereus megalanthus* var. amazónica es aquella que combina una fuente de materia orgánica (M.O.) con un sustrato poroso. Los tratamientos T12 (Pómez + Compost), T13 (Pómez + Estiércol) y T11 (Arena + Estiércol) demostraron ser los más efectivos, mostrando un mayor número de brotes y longitud de raíces a los 93 días después del trasplante (ddt). Estos sustratos proporcionan un balance óptimo de nutrientes, aireación y retención de humedad, lo que favorece el enraizamiento y el desarrollo vegetativo de los esquejes.
- Entre las mezclas de sustratos de fácil disponibilidad local, la combinación de Pómez y Compost (T12) y Pómez y Estiércol (T13) resultaron ser las más idóneas para el enraizamiento de esquejes de pitahaya amarilla. Estos tratamientos no solo son accesibles y económicos, sino que también ofrecen las condiciones necesarias para un enraizamiento eficaz, demostrando un buen balance entre porosidad y contenido de materia orgánica. Además, el tratamiento T10 (Arena gruesa + Compost) también mostró buenos resultados en términos de desarrollo radicular y brotamiento, siendo una alternativa viable.
- El análisis Costo-Beneficio indica que los sustratos porosos y ricos en M.O. son los más rentables para la reproducción asexual de pitahaya. El tratamiento T10 (Arena + Compost) presentó una relación costo-beneficio de 2.09, seguido por T12 (Pómez + Compost) con 1.55. Aunque el tratamiento T1 (100% Arena gruesa) mostró una relación costo-beneficio alta de 2.18, su viabilidad económica es menor debido al mayor tiempo requerido para producir esquejes listos para el campo. Por otro lado, el tratamiento testigo y aquellos con sustratos compactos presentaron relaciones costo-beneficio desfavorables debido al tiempo extendido necesario para generar esquejes adecuados. Esto destaca la importancia de elegir sustratos que no solo promuevan un buen enraizamiento y desarrollo vegetativo, sino que también minimicen los tiempos de producción para mejorar la rentabilidad general del cultivo. Los resultados sugieren que la elección de un sustrato que combine M.O. y propiedades porosas es fundamental para maximizar el brotamiento y crecimiento de

las plantas. La influencia inicial de los carbohidratos de reserva destaca la importancia de estos compuestos en las primeras etapas de crecimiento, aunque a largo plazo, las propiedades físicas y químicas del sustrato juegan un papel decisivo.

CAPITULO VI.

6. RECOMENDACIONES

- Se recomienda emplear una mezcla de pómez y compost (Tratamiento T12) para el enraizamiento de esquejes de pitahaya amarilla, debido a su balance óptimo entre aireación y retención de humedad. Alternativamente, una mezcla de pómez y estiércol (Tratamiento T13) también es altamente efectiva y proporciona los nutrientes necesarios para un enraizamiento saludable y vigoroso. Se debe realizar un seguimiento continuo del desarrollo de los esquejes para ajustar las condiciones de riego y nutrientes según sea necesario.
- Priorizar el uso de sustratos locales de fácil disponibilidad como la pómez y el compost o estiércol, que han demostrado ser eficaces para el enraizamiento. El tratamiento con arena gruesa y compost (T10) también mostró buenos resultados y puede ser una alternativa viable en áreas donde estos materiales sean más accesibles. Ofrecer talleres y capacitaciones a los agricultores locales sobre la preparación y manejo de estas mezclas de sustrato para maximizar la eficiencia y los resultados del enraizamiento.
- Se recomienda para futuras investigaciones evaluar el efecto de diferentes sistemas de riego y diferentes niveles de sombreamiento artificial con la finalidad de evitar las limitaciones causadas en el desarrollo por la baja HR. y exceso de radiación solar.

CAPITULO VII.

7. REFERENCIAS:

- Agropecuaria, S. (2020). Recuperado el 01 de Diciembre de 2021, de Scielo.pe Pitahaya (Hylocereus spp.): Cultivo, características fisicoquímicas, composición nutricional y compuestos bioactivos: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2077-99172020000300439#B38
- Alcarazo Frias, D. J. (2021). *Repositorio Virtual Universidad Católica Sedes Sapientiae*. Obtenido de Influencia de dos productos hormonales con tres dosis auxínicas en el enraizamiento de cladodios de "Pitahaya" (Selenicereus megalanthus K. Schum. ex Vaupel) en Nueva Cajamarca : https://repositorio.ucss.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14095/1517/Alcarazo_Ditmar_tesis_2021.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Arroyo, D. E. (2013). *ENRAIZAMIENTO DE ESQUEJES PARA LA PRODUCCIÓN DE PLANTAS DE CAFÉ VARIEDAD ROBUSTA Coffea canephora*. Obtenido de Repositorio de Universidad Tecnica de Ambato: <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/4736/1/Tesis-50%20%20%20Ingenier%C3%ADa%20Agron%C3%B3mica%20-CD%20168.pdf>
- Burgos, C. C. (2013). Recuperado el 06 de Diciembre de 2021, de Centro de Investigacion de la Caña de Azucar de Colombia: https://www.researchgate.net/publication/265843377_Manual_tecnico_Tecnologia_para_el_manejo_de_pitaya_amarilla_Selenicereus_megalanthus_K_Schum_ex_Vaupel_Moran_en_Colombia
- Cabrera, A. H., & Navarrete, P. M. (2020). Recuperado el 01 de Diciembre de 2021, de Repositorio Virtual USIL; PROYECTO DE PREFACTIBILIDAD DE UNA PLANTA PROCESADORA DE PITAHAYA: http://repositorio.usil.edu.pe/bitstream/USIL/11240/1/2020_Bellido%20Cabrera.pdf
- Carrera Abanto, E. M. (2023). *Repositorio Virtual Universidad Científica del Sur*. Obtenido de EFECTOS DE MICROORGANISMOS EFICIENTES (EM) EN EL ENRAIZAMIENTO Y DESARROLLO VEGETATIVO DE CLADODIOS DE PITAHAYA (Hylocereus undatus): <https://repositorio.cientifica.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12805/3139/TL-Carrera%20E-Ext.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Castañeda, X. (2015). Recuperado el 10 de Diciembre de 2021, de Repositorio universidad de Guayaquil; Cultivo y exportación de pitahaya (Hylocereus ocamponis) en el Ecuador período, 2010 – 2014. Trabajo de Titulación previo a la obtención del título de Economista. Universidad de Guayaquil. Guayaquil-Ecuador. 55 p.: <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/9132>
- Cordero, E. A. (2015). Recuperado el 07 de Diciembre de 2021, de Repositorio Virtual Universidad de Quevedo Ecuador, PROPAGACIÓN ASEXUAL DE PITAHAYA (Hylocereus undatus) MEDIANTE ESTACAS EMPLEANDO ENRAIZADORES ANA Y AIB EN EL CANTÓN PUERTO QUITO": <https://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/483/1/T-UTEQ-0004.pdf>

- Escobar, R. (2010). *EXPERIMENTACION EN LA AGRICULTURA*. Obtenido de <https://www.juntadeandalucia.es/export/drupaljda/1337160941EXPERIMENTACION.pdf>
- Estuardo, M. (Octubre de 2020). *Repositorio Virtual Universidad Rafael Landivar*. Obtenido de EVALUACIÓN DEL EFECTO DE SUSTRATOS Y ENRAIZADORES EN LA PROPAGACIÓN VEGETATIVA DE LA PITAHAYA; JACALTENANGO, HUEHUETENANGO: <http://recursosbiblio.url.edu.gt/tesiseortiz/2021/06/14/Montejo-Marvin.pdf>
- Gabriel Garbanzo-León^{1*}, E. V.-V.-C. (2021). Recuperado el 08 de Diciembre de 2021, de Dialnet; EVALUACIÓN DE TAMAÑO DE CLADODIOS Y BIO-ESTIMULANTES DE ENRAIZAMIENTO PARA LA PROPAGACIÓN DE PITAHAYA: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/8018400.pdf>
- García González Bertha, A. S. (2020). *Repositorio virtual Universidad Estatal Amazónica*. Obtenido de ANÁLISIS ECONÓMICO-FINANCIERO Y DE SOSTENIBILIDAD DEL CULTIVO DE PITAHAYA (*Selenicereus megalanthus*) EN LA PARROQUIA 16 DE AGOSTO, DEL CANTÓN PALORA, PROVINCIA DE MORONA SANTIAGO.: <https://repositorio.uea.edu.ec/bitstream/123456789/618/1/T.AGROP.B.UEA.1138>
- Gestion, D. (2021). Recuperado el 01 de Diciembre de 2021, de <https://gestion.pe/economia/pitahaya-ahora-podra-ser-cultivada-en-los-valles-andinos-noticia/>
- Gomez Cencia, E. L. (2023). *Repositorio Virtual Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa*. Obtenido de DOSIS DE ROOT-HOR, TAMAÑO DE ESQUEJES Y SUSTRATOS EN LA PROPAGACIÓN VEGETATIVA DE PITAHAYA (*Hylocereus* spp.) VARIEDAD PHYSICAL GRAFFITI EN CONDICIONES CONTROLADAS DE LA IRRIGACIÓN MAJES: <https://repositorio.unsa.edu.pe/server/api/core/bitstreams/87baa3e8-f481-461b-b1a2-a95cfc4f5fc8/content>
- Gunasena, P. &. (2007). Recuperado el 10 de Diciembre de 2021, de dragon fruit *Hylocereus undatus* (Haw.) Britton and Rose. In: Underutilized fruit trees in Sri Lanka. World Agroforestry Centre South Asia Office, New Delhi, India : <https://www.worldagroforestry.org/publication/dragon-fruit-hylocereus-undatus-haw-britton-and-rose-fruit-future>
- Hartmann, H. K. (2011). *Plant Propagation: Principles and Practices*. New Jersey.
- Herrera, J. H. (2017). Recuperado el 07 de Diciembre de 2021, de Repositorio Virtual Universidad Nacional Toribio Rogriguez Herrera de Amazonas, "EFECTO DE LA FERTILIZACIÓN Y APLICACIÓN DE FITOHORMONAS DE INDUCCIÓN FLORAL EN EL RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE PITAHAYA (*Selenicereus megalanthus*), EN EL DISTRITO CHURUJA: <http://repositorio.untrm.edu.pe/bitstream/handle/UNTRM/1377/JOS%C3%89%20HILDER%20SANCHEZ%20HERRERA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Isaac, U. P. (2018). Recuperado el 04 de MARZO de 2023, de Efecto del compost en el desarrollo vegetativo de *Coffea arabica* l. var. catuai en Mazamari -Perú: <https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/4879/Uscumayta%20Palacios%20.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Jordan, D. V. (2009). Recuperado el 07 de Diciembre de 2021, de "Producción y exportación de la pitahaya hacia el mercado europeo". Ecuador: Facultad de economía y negocios, Escuela Superior Politécnica del Litoral.: https://www.academia.edu/36281293/ESCUELA_SUPERIOR_POLIT%C3%89CNICA_DEL_LITORAL_FACULTAD_DE_ECONOM%C3%8DA_Y_NEGOCIOS_FEN_PRODUCCI%C3%93N_Y_EXPORTACI%C3%93N_DE_LA_PITAHAYA_HACIA_EL_MERCADO_EUROPEO_
- López, H. &. (2002). Recuperado el 07 de Diciembre de 2021, de Guía Tecnológica 6, Cultivo de la Pitahaya. Nicaragua: Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria, INTA: https://www.academia.edu/28213746/Gu%C3%ADa_Tecnol%C3%B3gica_6_Cultivo_de_la_Pitahaya
- M. R. De Almeida, M. A.-N. (April de 2017). *Enviromental control of adventitious rooting in Eucalyptus and Populus cuttings*. Obtenido de <https://www.deepdyve.com/lp/springer-journal/environmental-control-of-adventitious-rooting-in-eucalyptus-and-y7Ma6u3d4k?key=springer>
- Martinez, L. I. (2006). *EL ESTIERCOL Y LAS PRACTICAS AGRARIAS RESPETUOSAS CON EL MEDIO AMBIENTE*. Obtenido de repositorio virtual Misinisterio de Agricultura Pesca y Alimentacion: https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd_1994_01.pdf
- Miranda, R. M., & Ubeda, M. J. (2013). Recuperado el 08 de Diciembre de 2021, de Repositorio Virtual Universidad Nacional Agraria Nicaragua; Evaluación de diferentes sustratos usados en la propagación de las especies de nopal (*Opuntia ficus indica* L.) y pitahaya (*Hylocereus undatus* Britt et Rose.), Managua.: <https://cenida.una.edu.ni/Tesis/tnf02m798.pdf>
- OIRSA., O. i. (2000). Recuperado el 07 de Diciembre de 2021, de Manual técnico: Buenas prácticas de cultivo en pitahaya. Nicaragua.: <http://www.cultivopapaya.org/wp-content/uploads/manualpithaya.pdf>
- Pedro Villar-Salvador, M. U. (July de 2015). *The role of stored carbohydrates and nitrogen in the growth snd stress tolerance of planted forest trees*. Obtenido de <https://www.deepdyve.com/lp/springer-journal/the-role-of-stored-carbohydrates-and-nitrogen-in-the-growth-and-stress-0T37IzJtjU?key=springer>
- Pilar, O. Z. (Noviembre de 2019). *Repositorio virtual Universidad Nacional Santiago Antunez de Mayolo*. Obtenido de "EFECTO DE TRES MEZCLAS DE SUSTRATO EN LA PROPAGACIÓN DE PITAHAYA AMARILLA (*Selenicereus megalanthus*) POR ESTACAS BAJO CONDICIONES DE INVERNADERO EN EL DISTRITO DE INDEPENDENCIA PROVINCIA DE HUARAZ – DEPARTAMENTO DE ANCASH-2019: https://repositorio.unasam.edu.pe/bitstream/handle/UNASAM/4080/T033_47922000_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Place, P. (2021). Recuperado el 26 de Noviembre de 2021, de SIICEX Sistema Integrado de Informacion de Comercio Exterior: https://www.siicex.gob.pe/siicex/portal5ES.asp?_page_=172.17100&_portletid_=sfichaproductoinit&scriptdo=cc_fp_init&pproducto=201&pnomproducto=Tuna

- R, P. (1998). Recuperado el 24 de 02 de 2023, de La formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos CIMMYT programa de economía: <https://repository.cimmyt.org/xmlui/bitstream/handle/10883/1063/9031.pdf>
- Rafael, V. (2017). Recuperado el 08 de Diciembre de 2021, de REpositorio Universidad Estatal de Quevedo Ecuador; HORMONAS ANA Y AIB PARA LA PROPAGACIÓN ASEXUAL EN ESQUEJES DE LA PITAHAYA ROJA (Hylocereus undatus)": <https://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/2073/1/T-UTEQ-0060.pdf>
- Ramos, M. (2017). Recuperado el 07 de Diciembre de 2021, de INTERACCIÓN DE TIPOS DE SUSTRATO CON DOS TAMAÑOS DE CLADODIOS EN LA PROPAGACIÓN ASEXUAL DE PITAHAYA AMARILLA (Cereus triangularis) EN EL DISTRITO DE CHURUJA – REGIÓN AMAZONAS: <http://repositorio.untrm.edu.pe/bitstream/handle/UNTRM/1773/Chocaca%20Ramos%20Miliam%20Daniel.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Riego, M. (2021). Recuperado el 26 de Noviembre de 2021, de Analisis De Mercado de Pitahaya 2015-2020 MINAGRI.GOB.PE: <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/2055424/Perfil%20de%20Mercado%20de%20la%20Pitahaya.pdf.pdf>
- Rodríguez, K. (2019). *REPOSITORIO VIRTUAL UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS*. Obtenido de EFECTO DEL ÁCIDO INDOLBUTÍRICO EN LA PROPAGACIÓN VEGETATIVA DE LA PITAHAYA AMARILLA (Selenicereus megalantus Haw.) EN DIFERENTES SUSTRATOS BAJO CONDICIONES DE VIVERO EN MILPUC-RODRÍGUEZ DE MENDOZA: <https://repositorio.untrm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14077/1772/Rodr%C3%ADguez%20Portocarrero%20Karina.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- SENAMHI. (23 de 03 de 2023). *SENAMHI descarga de datos meteorologicos*. Obtenido de <https://www.senamhi.gob.pe/?p=descarga-datos-hidrometeorologicos>
- Tuesta, B.. (2022). *Repositorio Virtual Universidad Politécnica Amazónica*. Obtenido de “Efecto del bioestimulante Root Hor y sustratos en lapropagación vegetativa de Pitahaya Amarilla (Hylocereus megalanthus) en vivero, Huarangopampa Amazonas 2022”: https://repositorio.upa.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12897/147/TESIS_%20VILCA_TUESTA_SHARON_ESTEFANY.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Vargas, J. (2023). *Repositorio Virtual Universidad Catolica de Santa Maria*. Obtenido de PROPAGACIÓN ASEXUAL DE PITAHAYA (HYLOCEREUS UNDATUS) POR MEDIO HIDROPÓNICO DE RAICES FLOTANTES CON DOS ENRAIZANTES EN LA PROVINCIA DE CAMANÁ,DEPARTAMENTO DE AREQUIPA: <https://repositorio.ucsm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12920/12657/4I.0323.AG.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- XU, L. (julio de 2015). *Desarrollo de nuevos sustratos a base de compost y biochar para la propagación y producción de Rosmarinus officinalis L. en vivero profesional*. Obtenido de Repositorio Virtual de la Universidad Politecnica de Valencia : <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/54191/LIU%20-%20Desarrollo%20de%20nuevos%20sustratos%20a%20base%20de%20compost%20y>

%20biochar%20para%20la%20propagaci%C3%B3n%20y%20producci%C3%B3n....pdf?sequence=1

Zambrano, L. & Pino, G. (Marzo de 2022). *Repositorio Virtual ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA AGROPECUARIA DE MANABÍ MANUEL FÉLIX LÓPEZ*. Obtenido de Repositorio Virtual ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA AGROPECUARIA DE MANABÍ MANUEL FÉLIX LÓPEZ: https://repositorio.esпам.edu.ec/bitstream/42000/1710/1/TIC_A03D.pdf

Zaruma, G. (2015). Recuperado el 08 de Diciembre de 2021, de Repositorio Virtual Universidad de Loja; EVALUACIÓN DE TRES ENRAIZANTES Y DOS TAMAÑOS DE CLADODIOS EN LA PROPAGACIÓN ASEXUAL DE PITAHAYA AMARILLA *Cereus triangularis* (L.) Haw., EN YANTZAZA Ecuador: <https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/10031/1/TESIS%20GABY%20AGUILAR.pdf>



8. ANEXOS

Anexo 1: lavado de arena gruesa y estiércol (1); lavado de piedra pómez (2),



fuentes: elaboración propia.

Anexo 2: compilación de pesos frescos del sistema radicular por cada tratamiento,





Fuente: elaboración propia.

Anexo 3: pitahayas escaldadas por la solarización (1), pitahaya sembrada de forma directa con 8 meses después de trasplante (2)



Fuente: elaboración propia.

Anexo 4: Costos generales del experimento

Material	Costo / Saco	N* Sacos	Costo/ Jornal	Costo Total	Costo/Bolsa
Pómez	S/.50	5.5	S/.10	S/.285	S/.3.96
Arena Gruesa	S/.6	5.5	S/.10	S/.43	S/.0.60
Estiércol	S/.8	5.5	S/.10	S/.54	S/.0.75
Compost	S/.11	5.5	S/.10	S/.70.5	S/.0.98
Tierra	S/.0	5.5	S/.50	S/.50	S/.0.69



Anexo 5: Limitantes meteorológicas durante el desarrollo experimental.

De acuerdo con los datos meteorológicos de la estación “Pampa de Majes” las temperaturas medias históricas oscilan entre los 11.28°C y los 25.25°C, siendo los picos históricos 4.4°C y 29.2°C. Los datos se pueden observar en la imagen 3, donde se muestra el histograma proporcionado por (SENAMHI, 2023).

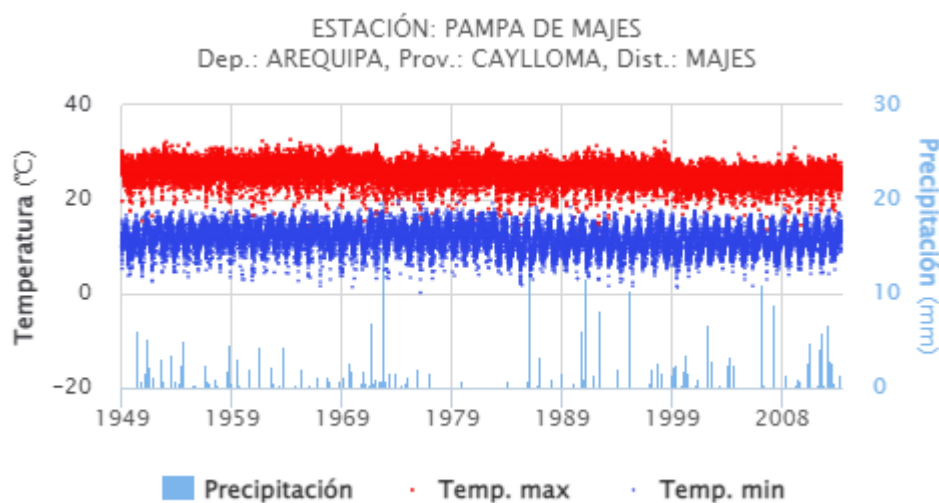


Imagen 3: Histograma de la estación PAMPA DE MAJES; fuente (SENAMHI, 2023)

Anexo 6: Datos de Evaluaciones de Número de Brotes:

Número de Brotes a 30 Días Después de Trasplante															
R	Tratamientos														
	T 0	T 1	T 2	T 3	T 4	T 5	T 6	T 7	T 8	T 9	T 10	T 11	T 12	T 13	T 14
I	1.8	1.3	1.2	1.1	1.2	1.1	1.1	1.5	1.3	1.3		1.1	1.2	1.3	1.3
	3	3	4	7	4	7	7	0	3	3		7	4	3	3
II	1.7	1.3	1.3	1.4	1.4	1.1	1.1	1.5		1.1	1.7	1.5	1.3	1.5	1.2
	4	3	3	0	7	7	7	7		7	4	7	3	7	4
II	1.8	1.3		1.6	1.1		1.4	1.1	1.1	1.5	1.5	1.1	1.6	1.5	
	0	3		4	7		0	7	7	7	7	7	4	0	
I	1.8	1.5	1.1	1.1		1.9	1.2	1.1	1.6	1.2	1.9	1.2	1.6	1.1	1.5
V	3	0	7	7		0	4	7	7	4	0	4	7	7	0
Número de Brotes a 37 Días Después de Trasplante															
R	Tratamientos														
	T 0	T 1	T 2	T 3	T 4	T 5	T 6	T 7	T 8	T 9	T 10	T 11	T 12	T 13	T 14
I	1.9	1.3	1.2	1.2	1.3	1.2	1.1	1.5	1.4	1.4		1.1	1.2	1.5	1.4
	8	3	4	4	3	4	7	0	0	0		7	4	7	0
II	1.7	1.4	1.3	1.4	1.4	1.1	1.2	1.6		1.2	2.0	1.6	1.4	1.6	1.2
	4	7	3	0	7	7	4	2		4	0	9	0	4	4
II	1.8	1.3		1.6	1.1		1.4	1.1	1.2	1.5	1.6	1.1	1.6	1.5	
	0	3		9	7		0	7	4	7	2	7	4	7	
I	2.2	1.5	1.1	1.1		2.0	1.2	1.2	1.8	1.4	1.9	1.3	1.8	1.1	1.5
V	1	7	7	7		9	9	4	7	6	0	3	3	7	0
Número de Brotes a 44 Días Después de Trasplante															
R	Tratamientos														
	T 0	T 1	T 2	T 3	T 4	T 5	T 6	T 7	T 8	T 9	T 10	T 11	T 12	T 13	T 14
I	1.9	1.9	1.2	1.6	1.3	1.6	1.4	1.4	1.6	1.6		1.1	1.4	1.5	1.6
	8	4	4	9	7	4	6	6	2	2		7	0	7	4
II	1.9	1.4	1.5	1.5	1.7	1.5	1.7	1.7		1.4	2.0	2.0	1.4	1.9	1.4
	7	7	7	7	4	0	4	4		7	5	4	0	4	7

	1.8	1.7		2.0	1.4		1.4	1.5	1.5	2.1	1.9	1.3	1.8	1.5	
II	0	4		7	7		7	0	7	4	6	3	0	7	
I	2.5	2.0	1.5	1.1		2.0	1.3	1.4	2.1	1.8	2.2	1.5	2.1	1.5	1.8
V	4	4	0	7		9	7	0	4	6	6	0	1	7	1
Número de Brotes a 51 Días Después de Trasplante															
R	Tratamientos														
	T 0	T 1	T 2	T 3	T 4	T 5	T 6	T 7	T 8	T 9	T 10	T 11	T 12	T 13	T 14
I	2.6	1.9	1.4	1.9	1.5	1.8	1.4	1.8	1.9	1.7		1.7	1.7	1.8	1.8
	7	4	0	6	4	6	6	0	4	9		1	1	0	0
II	2.2	1.4	1.6	1.9	1.7	1.7	1.7	1.9		1.8	2.3	2.0	1.8	2.1	1.6
	4	7	4	0	4	1	8	7		0	6	0	0	2	9
II	1.8	1.9		1.7	1.9		1.6	1.5	1.4	2.0	1.7	1.8	1.9	1.6	
II	0	3		9	3		9	7	0	7	9	0	0	2	
I	2.5	2.3	1.5	1.7		2.2	1.6	1.6	2.2	2.0	2.5	1.8	1.8	1.7	2.0
V	9	3	7	6		3	1	2	8	5	5	6	3	9	0
Número de Brotes a 58 Días Después de Trasplante															
R	Tratamientos														
	T 0	T 1	T 2	T 3	T 4	T 5	T 6	T 7	T 8	T 9	T 10	T 11	T 12	T 13	T 14
I	2.5	2.1	1.4	2.0	1.8	2.2	1.4	1.9	1.8	2.0		1.9	1.8	2.1	1.8
	0	1	7	9	7	6	6	1	7	2		6	1	6	0
II	2.2	1.4	1.5	2.1	1.8	1.6	1.7	2.2		2.0	2.4	2.1	1.7	2.3	1.5
	4	7	7	4	1	2	8	9		6	4	9	1	0	2
II	2.1	1.8		2.1	2.4		1.6	1.4	1.4	2.1	1.7	2.0	1.9	1.7	
II	5	7		5	0		9	0	7	4	9	0	7	4	
I	2.5	2.4	1.5	1.4		2.5	1.6	1.7	2.2	2.1	2.5	2.1	2.0	1.7	2.1
V	0	5	7	1		5	1	6	6	9	5	2	7	9	5
Número de Brotes a 65 Días Después de Trasplante															
R	Tratamientos														
	T 0	T 1	T 2	T 3	T 4	T 5	T 6	T 7	T 8	T 9	T 10	T 11	T 12	T 13	T 14

	2.7	2.0	1.5	2.2	1.9	2.2	1.4	1.9	2.0	2.0		2.0	1.6	2.1	1.9
I	2	6	2	3	4	1	6	1	2	2		0	9	1	3
	2.2	1.6	1.5	2.2	1.8	1.9	1.9	2.3		1.9	2.4	2.2	1.7	2.3	1.6
II	4	4	7	3	1	9	4	3		4	5	6	1	3	9
	2.1	1.8		2.1	2.5		1.6	1.4	1.8	2.1	1.8	2.0	2.1	1.7	
II	9	7		4	6		9	0	2	4	6	9	1	4	
I	2.7	2.4	1.7	1.4		2.3	1.7	1.9	2.0	2.2	2.5	2.0	2.1	1.9	2.2
V	4	0	4	7		2	8	3	7	3	0	2	9	6	2
Número de Brotes a 72 Días Después de Trasplante															
R	Tratamientos														
	T 0	T 1	T 2	T 3	T 4	T 5	T 6	T 7	T 8	T 9	T 10	T 11	T 12	T 13	T 14
	2.7	2.2	1.6	2.1	2.1	2.2	1.4	1.9	2.1	2.1		2.0	1.6	2.3	2.0
I	2	1	4	6	8	1	6	9	6	9		0	9	8	9
	2.2	1.6	1.7	2.2	1.8	2.0	1.9	2.4		2.0	2.4	2.2	1.5	2.3	2.4
II	4	4	4	3	1	3	4	5		1	5	6	7	3	5
	2.1	1.8		2.4	2.6		1.8	1.5	1.6	2.1	1.8	2.0	2.1	2.1	
II	9	7		3	4		6	7	4	4	6	2	6	4	
I	2.6	2.4	1.7	1.1		2.2	2.1	1.9	2.2	2.2	2.5	2.1	2.4	2.0	2.2
V	9	5	4	7		8	8	3	1	3	5	5	0	8	2
Número de Brotes a 79 Días Después de Trasplante															
R	Tratamientos														
	T 0	T 1	T 2	T 3	T 4	T 5	T 6	T 7	T 8	T 9	T 10	T 11	T 12	T 13	T 14
	2.7	2.2	1.8	2.2	2.4	2.3	1.4	1.9	2.1	2.1		1.5	1.6	2.3	2.4
I	2	5	0	8	0	1	6	9	6	9		0	9	8	5
	2.2	1.6	1.7	2.2	1.8	2.0	1.9	2.4		2.0	2.5	2.6	1.9	2.5	2.5
II	4	4	4	8	1	4	4	9		1	0	3	0	7	4
	2.1	1.8		2.2	2.6		1.8	1.5	1.6	2.1	2.0	2.0	2.3	2.3	
II	9	7		1	4		6	7	4	4	4	2	3	1	
I	2.6	2.3	1.7	1.8		2.3	2.1	2.0	2.2	2.2	2.5	2.1	2.4	2.0	2.2
V	9	8	4	5		5	8	9	1	3	5	9	0	8	2

Número de Brotes a 86 Días Después de Trasplante															
R	Tratamientos														
	T 0	T 1	T 2	T 3	T 4	T 5	T 6	T 7	T 8	T 9	T 10	T 11	T 12	T 13	T 14
I	2.6	2.2	1.8	2.4	2.6	2.3	1.7	1.9	2.1	2.1		1.5	1.8	2.3	2.5
	1	1	0	0	2	1	9	9	6	9		0	6	8	0
II	2.3	1.6	1.7	2.6	1.9	1.7	1.9	2.4		2.0	2.4	2.6	2.3	2.5	2.7
	7	4	4	7	4	9	4	1		1	5	6	7	7	4
II	2.1	2.0		2.5	2.6		1.8	1.9	1.6	2.1	2.2	2.3	2.3	2.3	
	9	4		0	8		6	0	4	4	5	6	3	1	
I	2.2	2.4	1.8	1.8		2.7	2.1	2.1	2.2	2.2	2.5	2.3	2.4	2.0	2.1
V	8	0	0	7		7	8	6	6	3	5	6	0	8	5
Número de Brotes a 93 Días Después de Trasplante															
R	Tratamientos														
	T 0	T 1	T 2	T 3	T 4	T 5	T 6	T 7	T 8	T 9	T 10	T 11	T 12	T 13	T 14
I	2.3	2.0	1.8	2.4	2.5	2.3	1.7	1.9	2.1	2.1		1.9	2.2	2.5	2.3
	7	7	0	7	0	1	9	9	6	9		4	4	6	8
II	2.3	1.6	1.7	2.5	2.2	1.8	1.9	2.3		1.9	2.4	2.6	2.6	2.6	2.3
	6	4	4	7	8	0	0	3		3	5	6	7	2	8
II	2.3	1.9		2.5	2.3		1.8	1.9	1.7	2.1	2.4	2.4	2.6	2.4	
	0	7		0	8		6	7	6	9	0	3	5	8	
I	2.3	2.4	1.8	2.3		2.5	2.0	2.2	2.2	2.0	2.5	2.3	2.7	2.4	2.4
V	7	0	0	7		0	4	6	1	4	0	1	2	7	5

Anexo 7: Datos de Evaluaciones de Longitud de Brotes

Longitud de Brotes a 30 Días Después de Trasplante.															
R	Tratamientos														
	T 0	T 1	T 2	T 3	T 4	T 5	T 6	T 7	T 8	T 9	T 10	T 11	T 12	T 13	T 14
I	0.4	1.2	1.4	1.2	1.4	0.7	1.2	0.8	1.1	0.8		0.6	1.4	1.0	0.8
	8	5	0	0	0	0	0	0	0	5		0	0	0	0
	0.5	1.0	1.3	1.0	1.1	0.7	1.1	1.1		0.9	0.9	0.7	1.0	1.3	1.3
II	0	0	0	5	0	0	0	0		0	4	3	5	3	0
	0.8	1.1		0.9	0.8		1.2	0.9	1.2	1.1	0.4	0.8	0.8	0.7	
II	3	5		7	0		5	0	0	3	7	0	0	7	
I	0.5	1.0	0.9	1.4		0.6	1.2	1.0	0.8	0.8	0.7	0.8	0.9	1.2	1.3
V	0	3	0	0		2	0	0	0	0	0	0	2	0	7
Longitud de Brotes a 37 Días Después de Trasplante															
R	Tratamientos														
	T 0	T 1	T 2	T 3	T 4	T 5	T 6	T 7	T 8	T 9	T 10	T 11	T 12	T 13	T 14
I	0.6	1.2	1.6	1.9	1.8	0.5	1.2	1.1	2.0	1.2		2.0	2.3	1.8	2.7
	5	5	0	0	0	0	0	0	0	5		0	0	3	0
	0.8	1.1	1.5	1.7	1.6	1.0	1.5	1.4		1.5	1.9	1.9	2.0	2.0	2.8
II	8	5	0	5	5	0	0	7		0	5	3	0	7	0
	0.9	1.3		1.6	1.4		1.4	1.5	2.1	1.8	1.5	1.8	1.9	2.3	
II	8	5		3	0		5	0	0	7	0	0	7	7	
I	0.6	1.3	1.4	2.0		0.6	1.6	1.4	1.7	1.5	1.4	2.6	1.9	2.6	2.6
V	7	3	0	0		8	0	0	5	5	2	0	0	0	3
Longitud de Brotes a 44 Días Después de Trasplante															
R	Tratamientos														
	T 0	T 1	T 2	T 3	T 4	T 5	T 6	T 7	T 8	T 9	T 10	T 11	T 12	T 13	T 14
I	2.0	2.3	3.1	3.3	4.1	1.2	4.0	1.3	0.7	2.0		1.6	4.1	2.9	2.8
	3	3	0	3	0	3	0	5	0	3		0	0	3	7

	2.2	1.9	2.8	3.3	3.5	2.2	3.9	3.0		1.1	3.2	2.5	3.9	3.0	3.4
II	8	5	7	0	0	5	3	0		0	3	3	0	8	5
	2.7	2.2		3.4	3.6		3.8	2.3	1.6	2.6	2.7	2.3	2.2	3.2	
II	0	3		4	0		5	3	0	7	0	0	0	0	
I	2.1	2.5	2.7	3.4		2.0	4.0	2.0	1.2	0.8	2.9	2.1	3.1	3.1	3.4
V	9	8	7	0		4	0	0	7	5	3	0	8	3	3
Longitud de Brotes a 51 Días Después de Trasplante															
	Tratamientos														
											T	T	T	T	T
R	T 0	T 1	T 2	T 3	T 4	T 5	T 6	T 7	T 8	T 9	T 10	T 11	T 12	T 13	T 14
	3.8	3.7	3.0	2.2	3.5	2.3	2.8	3.7	3.1	2.9		3.9	4.9	3.7	4.2
I	3	8	5	6	0	3	0	3	3	0		5	0	5	3
	4.1	3.5	3.1	2.9	3.8	2.4	5.6	3.8		2.0	4.8	3.4	4.9	4.7	4.2
II	8	5	0	6	7	0	7	8		0	3	2	7	8	7
	4.5	3.3		3.0	3.5		3.7	3.8	3.1	4.7	4.7	4.7	4.8	4.4	
II	0	8		6	8		0	0	5	3	5	3	6	0	
I	4.3	4.3	3.0	2.7		2.7	4.4	3.7	3.0	2.1	4.8	4.7	4.9	5.3	4.2
V	8	0	7	0		0	5	0	2	8	8	0	7	0	8
Longitud de Brotes a 58 Días Después de Trasplante															
	Tratamientos														
											T	T	T	T	T
R	T 0	T 1	T 2	T 3	T 4	T 5	T 6	T 7	T 8	T 9	T 10	T 11	T 12	T 13	T 14
	8.4	9.1	5.0	8.8	3.9	4.2	7.6	7.3	4.5	5.6		5.6	9.3	6.6	9.3
I	7	0	5	0	6	8	5	0	3	4		3	0	0	0
	8.6	7.9	4.1	8.5	4.1	5.9	7.9	7.1		5.1	8.3	6.6	9.2	8.4	10.
II	2	0	3	6	0	7	0	4		8	0	8	5	2	75
	9.0	8.7		8.7	3.9		7.6	6.9	6.0	5.5	8.4	6.8	8.5	6.9	
II	0	0		4	3		0	5	0	8	8	8	8	5	
I	9.0	8.8	5.5	8.6		7.4	7.4	7.5	5.4	5.9	9.8	6.3	9.3	9.9	6.3
V	2	7	0	0		6	5	0	8	0	5	8	5	0	2
Longitud de Brotes a 65 Días Después de Trasplante															
R	Tratamientos														

	T 0	T 1	T 2	T 3	T 4	T 5	T 6	T 7	T 8	T 9	T 10	T 11	T 12	T 13	T 14
I	9.0	12.	7.7	11.	10.	7.4	8.2	9.1	5.0	7.6		6.2	12.	11.	13.
	7	20	0	18	30	6	0	3	2	0		0	87	18	80
II	8.0	11.	6.6	11.	10.	9.0	10.	9.0		6.7	10.	10.	13.	12.	9.8
	0	90	3	12	83	7	53	0		0	92	65	50	20	0
II	7.8	12.		11.	10.		9.2	9.4	10.	11.	13.	11.	13.	10.	
	0	43		45	27		7	5	10	43	10	63	40	43	
I	12.	12.	5.5	12.		10.	7.1	9.1	8.4	8.9	14.	10.	13.	11.	11.
V	17	10	8	30		16	7	0	0	5	25	84	23	36	28
Longitud de Brotes a 72 Días Después de Trasplante															
R	Tratamientos														
	T 0	T 1	T 2	T 3	T 4	T 5	T 6	T 7	T 8	T 9	T 10	T 11	T 12	T 13	T 14
I	11.	12.	12.	13.	13.	14.	13.	10.	10.	11.		15.	15.	14.	16.
	03	08	03	50	98	76	40	33	62	02		63	10	33	48
II	9.6	10.	14.	18.	17.	15.	13.	15.		12.	17.	17.	16.	17.	12.
	2	73	50	46	33	43	10	95		98	15	67	80	92	68
II	10.	14.		19.	14.		10.	12.	6.8	17.	19.	18.	19.	11.	
	50	88		43	22		55	37	3	90	53	18	30	82	
I	9.7	15.	13.	20.		15.	10.	9.9	14.	15.	19.	16.	20.	11.	15.
V	0	35	55	14		48	34	0	22	90	78	86	93	48	50
Longitud de Brotes a 79 Días Después de Trasplante															
R	Tratamientos														
	T 0	T 1	T 2	T 3	T 4	T 5	T 6	T 7	T 8	T 9	T 10	T 11	T 12	T 13	T 14
I	12.	14.	14.	19.	17.	18.	16.	13.	13.	14.		17.	18.	18.	17.
	82	93	00	18	73	22	00	10	86	88		41	87	15	80
II	11.	12.	16.	18.	23.	18.	18.	18.		16.	17.	20.	16.	16.	17.
	68	53	10	17	75	97	55	50		28	08	75	74	07	25
II	12.	17.		24.	18.		13.	14.	13.	20.	20.	26.	18.	15.	
	85	50		70	63		10	83	87	67	64	70	87	77	

I	14.	17.	15.	24.		14.	10.	10.	16.	18.	22.	19.	20.	23.	19.
V	08	42	13	05		28	30	70	62	73	83	62	50	20	40

Longitud de Brotes a 86 Días Después de Trasplante															
R	Tratamientos														
	T 0	T 1	T 2	T 3	T 4	T 5	T 6	T 7	T 8	T 9	T 10	T 11	T 12	T 13	T 14
I	13.	16.	12.	24.	18.	19.	11.	15.	17.	18.		25.	16.	22.	23.
	68	00	50	27	33	94	98	38	18	67		50	93	00	47
II	10.	14.	23.	25.	23.	15.	20.	20.		18.	21.	23.	18.	23.	20.
	87	67	95	38	00	63	00	75		73	08	67	05	72	20
II	13.	15.		26.	22.		14.	11.	15.	23.	24.	22.	19.	20.	
	80	40		53	47		95	24	13	62	10	50	30	27	
I	15.	20.	17.	27.		14.	13.	13.	19.	20.	24.	19.	19.	27.	23.
V	47	25	33	53		92	54	44	25	05	78	37	72	76	38
Longitud de Brotes a 93 Días Después de Trasplante															
R	Tratamientos														
	T 0	T 1	T 2	T 3	T 4	T 5	T 6	T 7	T 8	T 9	T 10	T 11	T 12	T 13	T 14
I	14.	16.	15.	23.	20.	23.	17.	26.	23.	14.		32.	34.	24.	23.
	25	40	13	58	83	10	75	25	08	92		50	33	83	33
II	16.	18.	17.	24.	23.	26.	20.	18.		21.	23.	22.	27.	25.	24.
	30	53	25	33	20	75	13	33		88	08	00	07	50	75
II	14.	17.		24.	21.		16.	21.	26.	15.	22.	22.	27.	24.	
	33	76		17	00		38	64	67	83	92	47	88	78	
I	14.	16.	17.	28.		18.	15.	18.	22.	17.	23.	21.	28.	29.	25.
V	50	45	00	00		73	10	50	07	72	17	42	52	80	17

Anexo 7: Datos de Evaluaciones de Diámetro de Brotes

Diámetro de Brotes a 30 Días Después de Trasplante															
R	Tratamientos														

	T 0	T 1	T 2	T 3	T 4	T 5	T 6	T 7	T 8	T 9	T 10	T 11	T 12	T 13	T 14
I	0.2	0.3	0.5	0.6	0.4	0.2	0.2	0.2	0.4	0.3		0.2	0.5	0.2	0.3
	0	5	5	5	0	0	0	0	3	0		0	5	8	3
II	0.2	0.2	0.6	0.4	0.3	0.4	0.5	0.4		0.2	0.3	0.2	0.3	0.4	0.4
	7	5	5	3	8	5	5	2		5	6	8	5	5	0
II	0.5	0.4		0.3	0.5		0.3	0.3	0.4	0.4	0.3	0.3	0.3	0.2	
	0	3		8	5		8	5	5	7	1	5	3	7	
I	0.2	0.3	0.5	0.6		0.3	0.5	0.5	0.3	0.2	0.2	0.4	0.3	0.5	0.3
V	3	7	0	0		0	5	0	0	0	9	0	1	5	8
Diámetro de Brotes a 37 Días Después de Trasplante															
R	Tratamientos														
	T 0	T 1	T 2	T 3	T 4	T 5	T 6	T 7	T 8	T 9	T 10	T 11	T 12	T 13	T 14
I	0.2	0.4	0.5	0.9	0.4	0.2	0.4	0.2	0.6	0.4		0.3	0.8	0.2	0.4
	8	8	5	0	5	0	5	0	3	0		0	5	8	3
	0.3	0.3	0.4	0.5	0.4	0.4	0.6	0.5		0.5	0.4	0.3	0.4	0.5	0.7
II	3	0	5	3	8	5	5	7		0	9	8	0	2	0
	0.4	0.4		0.6	0.4		0.4	0.5	0.8	0.6	0.3	0.4	0.4	0.2	
II	3	5		3	0		5	5	0	3	1	0	5	7	
I	0.2	0.4	0.3	0.6		0.3	0.7	0.6	0.6	0.2	0.3	0.4	0.4	0.6	0.4
V	8	7	0	5		0	0	5	1	0	6	5	5	0	7
Diámetro de Brotes a 44 Días Después de Trasplante															
R	Tratamientos														
	T 0	T 1	T 2	T 3	T 4	T 5	T 6	T 7	T 8	T 9	T 10	T 11	T 12	T 13	T 14
I	0.5	0.8	0.9	0.6	0.6	0.4	0.5	0.3	0.9	0.6		0.4	0.7	0.7	0.7
	0	0	0	3	5	2	0	5	3	3		5	8	0	0
	0.6	0.7	1.0	0.5	0.6	0.4	0.8	0.8		0.4	1.1	0.5	0.7	0.8	0.8
II	8	0	7	8	5	3	3	0		3	0	6	8	5	5
	0.6	0.6		0.7	0.5		1.0	0.6	0.6	0.6	0.7	0.5	0.6	0.5	
II	3	4		0	3		0	3	0	7	0	8	5	2	

I	0.6	0.6	0.6	1.2		0.6	0.6	0.5	0.4	0.2	0.6	0.7	1.0	0.8	1.0
V	5	4	5	0		0	0	5	1	8	8	5	2	3	0
Diámetro de Brotes a 51 Días Después de Trasplante															
R	Tratamientos														
	T 0	T 1	T 2	T 3	T 4	T 5	T 6	T 7	T 8	T 9	T 10	T 11	T 12	T 13	T 14
I	0.6	0.9	0.6	0.6	0.8	0.5	0.6	0.4	0.6	0.6		0.4	1.2	0.9	0.9
	7	1	8	0	3	0	5	0	8	8		3	0	3	6
	0.8	0.8	0.6	0.6	0.9	0.6	1.0	0.9		1.1	1.2	0.8	0.8	0.9	0.8
II	5	0	5	4	3	5	0	7		0	1	3	8	8	5
	1.1	1.2		0.9	0.6		1.0	0.9	1.1	1.1	0.8	1.0	0.8	1.0	
II	6	3		9	4		7	8	0	1	3	6	2	8	
I	1.0	0.8	0.5	0.7		0.8	1.2	0.8	0.6	0.5	1.1	1.0	1.1	0.8	1.0
V	9	1	4	0		5	3	0	3	5	3	9	8	5	4
Diámetro de Brotes a 58 Días Después de Trasplante															
R	Tratamientos														
	T 0	T 1	T 2	T 3	T 4	T 5	T 6	T 7	T 8	T 9	T 10	T 11	T 12	T 13	T 14
I	1.1	1.8	1.2	0.8	1.0	1.0	1.2	0.9	1.0	1.0		0.8	1.2	1.4	1.7
	9	3	3	5	4	2	3	3	4	0		3	3	1	8
	1.7	1.5	1.3	1.1	1.5	1.4	1.8	1.6		0.8	1.6	1.2	1.7	1.8	1.6
II	9	5	7	3	2	3	2	0		4	2	8	5	9	8
	2.0	1.7		1.8	0.9		1.6	1.8	1.5	1.9	1.4	1.1	1.6	1.7	
II	3	6		4	5		3	5	3	2	6	5	1	5	
I	1.7	1.5	1.1	1.3		1.4	1.3	1.0	1.0	1.3	1.5	1.3	1.9	1.3	1.4
V	2	6	0	0		1	5	5	6	1	3	2	5	8	8
Diámetro de Brotes a 65 Días Después de Trasplante															
R	Tratamientos														
	T 0	T 1	T 2	T 3	T 4	T 5	T 6	T 7	T 8	T 9	T 10	T 11	T 12	T 13	T 14
I	1.8	2.1	1.6	1.7	1.5	1.3	1.9	1.1	0.9	1.6		1.5	1.9	2.3	2.8
	0	8	3	5	8	6	5	8	4	6		0	0	0	4

	2.2	1.9	2.7	2.0	2.1	1.6	2.2	2.4		1.4	2.5	2.2	3.4	2.3	2.1
II	6	3	8	4	7	5	0	1		6	0	8	3	8	0
	1.9	2.4		2.3	1.5		2.0	2.3	2.3	2.6	2.6	1.7	2.0	2.2	
II	2	1		0	3		0	3	5	7	9	0	8	8	
I	2.5	2.2	1.5	0.3		2.0	1.7	1.4	2.2	2.0	2.8	1.7	2.6	1.8	1.7
V	7	1	8	0		4	3	4	9	5	3	0	5	0	9

Diámetro de Brotes a 72 Días Después de Trasplante

R	Tratamientos														
	T 0	T 1	T 2	T 3	T 4	T 5	T 6	T 7	T 8	T 9	T 10	T 11	T 12	T 13	T 14
I	2.6	2.2	1.8	2.2	1.8	2.4	2.8	1.6	1.7	2.1		2.5	2.3	2.1	2.5
	4	1	2	9	8	2	8	5	5	3		0	3	3	6
	2.4	2.3	2.5	3.0	2.6	2.5	2.4	2.7		2.6	2.7	2.9	2.3	2.9	1.4
II	3	8	8	3	8	5	4	3		3	4	9	2	4	1
	2.1	3.1		2.5	2.0		1.9	1.9	2.2	2.9	3.4	2.7	2.6	1.9	
II	1	9		9	8		3	3	0	6	1	4	7	4	
I	2.3	2.6	1.6	0.7		2.9	1.5	1.8	2.7	3.0	3.1	2.9	3.1	2.5	2.5
V	2	2	0	5		0	5	3	5	8	8	6	1	5	1

Diámetro de Brotes a 79 Días Después de Trasplante

R	Tratamientos														
	T 0	T 1	T 2	T 3	T 4	T 5	T 6	T 7	T 8	T 9	T 10	T 11	T 12	T 13	T 14
I	2.7	2.0	1.6	3.2	2.4	2.4	2.0	2.6	2.0	2.5		3.3	2.1	3.0	2.7
	1	7	1	8	1	8	8	6	7	3		7	6	6	0
	3.1	1.8	2.7	2.8	3.2	3.2	3.4	2.4		2.3	3.3	3.4	1.6	3.3	1.6
II	0	9	0	9	2	3	2	5		6	4	3	7	8	9
	2.6	2.6		3.2	3.0		2.5	2.9	1.9	3.4	3.0	3.0	2.7	2.7	
II	4	6		0	5		0	0	6	0	1	3	1	8	
I	2.7	3.0	2.0	0.6		2.2	1.7	1.7	3.1	2.3	3.5	3.3	3.0	3.2	3.2
V	8	0	8	3		1	7	6	3	2	8	0	4	2	8

Diámetro de Brotes a 86 Días Después de Trasplante

R	Tratamientos
---	--------------

	T 0	T 1	T 2	T 3	T 4	T 5	T 6	T 7	T 8	T 9	T 10	T 11	T 12	T 13	T 14
I	2.4	2.9	2.2	3.4	2.7	3.0	1.8	2.4	2.6	3.0		3.7	2.3	3.1	3.0
	5	5	4	6	4	7	8	5	5	3		0	9	2	8
II	2.6	2.9	3.3	3.0	2.3	2.7	3.0	3.0		2.9	3.2	3.2	1.8	3.4	2.3
	1	5	9	3	6	5	4	0		0	2	4	4	8	5
II	3.1	2.8		3.6	3.3		2.6	1.8	2.9	3.5	3.4	2.2	2.7	2.8	
II	9	3		3	4		1	9	0	8	1	3	8	3	
I	2.8	2.9	2.3	1.3		2.1	2.5	2.6	3.0	2.6	3.0	2.6	3.3	2.7	3.4
V	9	6	6	9		3	3	9	0	0	8	8	1	8	2
Diámetro de Brotes a 93 Días Después de Trasplante															
R	Tratamientos														
	T 0	T 1	T 2	T 3	T 4	T 5	T 6	T 7	T 8	T 9	T 10	T 11	T 12	T 13	T 14
I	2.1	1.8	1.8	3.8	3.1	2.4	1.2	1.7	2.1	3.2		2.1	1.9	3.3	2.7
	8	2	1	3	6	6	9	2	0	3		7	8	8	7
	2.0	1.5	2.0	3.0	1.9	1.6	1.9	2.9		2.1	3.2	3.4	2.2	3.3	2.7
II	0	5	3	6	5	8	8	3		6	0	7	8	6	4
	2.9	2.2		3.6	3.2		1.7	1.7	1.5	3.3	2.8	2.2	2.8	3.0	
II	7	4		0	0		0	3	8	6	7	6	5	8	
I	2.8	3.0	1.7	1.3		2.2	2.0	2.3	2.8	1.7	3.5	2.9	3.3	2.8	3.1
V	8	3	1	1		3	4	9	9	4	1	5	2	3	3

Anexo 8: Datos de Evaluaciones de Longitud de Raíces a 93 Días Después de Trasplante.

Longitud de raíz a 93 Días Después de Trasplante															
R	Tratamientos														
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
I	2.4	4.6	7.0	13.0	11.7	1.7	5.5	3.3	2.2	5.3		15.6	15.4	16.8	13.8
	4	3	7	0	5	8	2	2	8	2		3	8	8	3
II	2.5	4.3	6.4	12.5	12.0	2.2	5.0	2.0		5.9	13.8	16.9	14.5	16.7	14.0
	7	4	3	3	7	7	2	0		5	5	2	0	0	8
II	2.6	4.2		12.7	11.8		5.0	2.2	2.4	5.6	13.4	15.6	15.2	15.7	
	7	8		5	0		0	2	0	2	5	8	3	2	
I	1.9	4.7	6.4	12.2		2.0	5.7	2.3	2.5	6.1	14.6	16.7	15.0	15.8	13.8
V	4	0	2	0		3	7	0	7	8	0	3	5	5	0

Anexo 9: Datos de Evaluaciones de Peso Fresco de Raíces a 93 Días Después de Trasplante.

Peso fresco de Raíz a 93 Días Después de Trasplante															
R	Tratamientos														
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
I	2.6	2.4	3.1	12.6	11.4	2.1	4.8	2.9	2.7	4.8		14.5	15.5	12.3	13.0
	7	1	1	2	5	9	9	0	1	9		3	2	3	7
II	2.5	2.2	2.8	12.2	11.5	1.7	4.6	1.7		5.2	13.6	15.7	14.1	12.2	13.0
	9	7	8	0	9	8	8	3		1	2	2	8	8	1
II	2.5	2.2		12.1	11.1		4.6	2.0	2.7	5.0	13.0	14.5	15.3	12.2	
	7	2		7	3		2	1	1	8	3	8	1	5	
I	2.4	2.2	2.6	11.4		1.9	5.2	2.5	2.8	5.6	14.1	14.9	14.5	11.5	12.5
V	1	4	1	2		9	3	1	2	6	5	8	7	9	6

Anexo 10 análisis de suelo del fundo utilizado como Tratamiento testigo.

I. INFORMACIÓN GENERAL

Cliente	José Carlos Bedoya
Propietario / Productor	José Carlos Bedoya
Dirección del cliente	-
Solicitado por	José Carlos Bedoya
Muestreado por	Dato interno del cliente
Número de muestra(s)	1
Producto declarado	Suelo
Presentación de las muestras(s)	Bolsa plástica
Referencia del muestreo	NA
Procedencia de muestra(s)	-
Fecha(s) de muestreo	Dato interno del cliente
Fecha de recepción de muestra(s)	09/05/2022
Lugar de ensayo	LABSAF-AREQUIPA
Fecha(s) de análisis	24/05/2022
Cotización del servicio	-
Fecha de emisión	24/05/2022

II. RESULTADO DE ANÁLISIS

ITEM	1	2	3	4	5	6
Código de Laboratorio	SU268-AQP-22					
Matriz Analizada	Suelo					
Fecha de Muestreo	Dato del cliente					
Hora de Inicio de Muestreo (h)	Dato del cliente					
Condición de la muestra	Conservada					
Código/Identificación de la Muestra por el Cliente	E4-Parcela 20					
Ensayo	Unidad	LC	Resultados			
pH	unif. pH	—	7.28			
Conductividad	mS/cm	—	0.38			
Materia Orgánica	%	—	3.93			
Fósforo disponible	mg/kg	—	19.4			
Potasio disponible	mg/kg	—	283.5			
Carbonato de calcio	%	—	0.6			
Acidez intercambiable	meq/100g	—	—			
Sodio cambiante	meq/100g	—	0.94			
Potasio cambiante	meq/100g	—	0.66			
Calcio cambiante	meq/100g	—	9.58			
Magnesio cambiante	meq/100g	—	1.61			
Análisis de Textura						
Arena	%	—	80			
Arcilla	%	—	15			
Limo	%	—	5			
Clase Textural	—	—	Franco arenoso			

III. METODOLOGÍA DE ENSAYO

ENSAYO	NORMA DE REFERENCIA
pH	EPA 9045D, Rev. 4, 2004. Soil and waste pH.
Conductividad	ISO 11265, First Edition, 1994. Soil Quality. Determination of the Specific Electrical Conductivity
Textura	Norma Oficial Mexicana NOM-021-SEMARNAT-2000. Segunda Sección (31 de Diciembre 2002). ítem 7.1.9 AS-09 2000. Determinación de la textura del suelo por procedimiento de Bouyoucos.
Materia Orgánica	Norma Oficial Mexicana NOM-021-SEMARNAT-2000. Segunda Sección (31 de Diciembre 2002). ítem 7.1.7 AS-07 2000. Contenido de Materia Orgánica por el método de Walkley y Black.
Fósforo disponible	Norma Oficial Mexicana NOM-021-SEMARNAT-2000. Segunda Sección (31 de Diciembre 2002). ítem 7.1.7 AS-011 2000. Contenido de fósforo extraíble por el método de Bray y Kurtz.
Potasio disponible	Norma Oficial Mexicana NOM-021-SEMARNAT-2000. Segunda Sección (31 de Diciembre 2002). ítem 7.1.7 AS-07 2000. Contenido de Materia Orgánica por el método de Walkley y Black.
Carbonato de calcio	Titulación con ácido clorhídrico
Acidez intercambiable	Norma Oficial Mexicana NOM-021-SEMARNAT-2000. Segunda Sección (31 de Diciembre 2002). Procedimiento de cloruro de potasio, se realizará a través del método AS-33.
Capacidad de intercambio catiónico (CIC): Sodio cambiante (Na+), Potasio cambiante (K+)	Acetato de amonio a pH 7
Calcio cambiante (Ca+2), Magnesio cambiante (Mg+2)	EDTA complexometría

IV. CONSIDERACIONES

- Estado en las que ingresó la Muestra: Buenas Condiciones de almacenamiento
- Este informe no puede ser reproducido total ni parcialmente sin la autorización de LABSAF y del cliente
- Los resultados se relacionan solamente con los ítems sometidos a ensayo
- Los resultados se aplican a las muestras, tales como se recibieron
- Este documento es válido sólo para el producto mencionado anteriormente
- El Laboratorio no es responsable cuando la información proporcionada por el cliente pueda afectar la validez de los resultados
- Medición de pH realizada a 25 °C

INSTITUTO NACIONAL DE INNOVACIÓN AGRARIA
ENCARGADO DEL LABORATORIO

INSTITUTO NACIONAL DE INNOVACIÓN AGRARIA
MSc. M.V.Z. ERIKA YOVANA QUINA QUINA
DIRECTORA
E.E.A. AREQUIPA

LABSAF S.A. S. R. L.
Dirección: A.E. Arequipa y de la Libertad, Lima
FIN DE INFORME DE ENSAYO