

**UNIVERSIDAD CATÓLICA SEDES SAPIENTIAE**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS Y AMBIENTALES**



Efecto de tres sustratos en el crecimiento vegetativo y radicular de  
*Selenicereus megalanthus* (K. Schum. ex Vaupel) Moran "Pitahaya  
amarilla" en condiciones de vivero

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO AGRARIO CON MENCIÓN FORESTAL**

**AUTOR**

**Cristhian Junior Correa Alvarez**

**ASESOR**

**Alan Mike Cardoza Sánchez**

**Rioja, Perú**

**2026**

## METADATOS COMPLEMENTARIOS

### Datos del autor

Nombres	
Apellidos	
Tipo de documento de identidad	
Número del documento de identidad	
Número de Orcid (opcional)	

### Datos del asesor

Nombres	
Apellidos	
Tipo de documento de identidad	
Número del documento de identidad	
Número de Orcid (obligatorio)	

### Datos del Jurado

#### Datos del presidente del jurado

Nombres	
Apellidos	
Tipo de documento de identidad	
Número del documento de identidad	

#### Datos del segundo miembro

Nombres	
Apellidos	
Tipo de documento de identidad	
Número del documento de identidad	

#### Datos del tercer miembro

Nombres	
Apellidos	
Tipo de documento de identidad	
Número del documento de identidad	

**Datos de la obra**

Materia*	
Campo del conocimiento OCDE Consultar el listado:	
Idioma (Normal ISO 639-3)	
Tipo de trabajo de investigación	
País de publicación	
Recurso del cual forma parte (opcional)	
Nombre del grado	
Grado académico o título profesional	
Nombre del programa	
Código del programa Consultar el listado:	

\*Ingresar las palabras clave o términos del lenguaje natural (no controladas por un vocabulario o tesoro).



## ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

### ACTA N° 010-2026-UCSS/FCAA-DI

Siendo las 05:00 p. m. del 22 de enero de 2026 a través de la plataforma virtual zoom de la Universidad Católica Sedes Sapientiae, el Jurado de Tesis integrado por:

- |                                       |                 |
|---------------------------------------|-----------------|
| 1. Katerin Manuelita Encina Oliva     | presidente      |
| 2. Berthin Renzo Ticona Cortavitarate | primer miembro  |
| 3. Andrea Josefa Carrión Elguera      | segundo miembro |
| 4. Alan Mike Cardoza Sánchez          | asesor(a)       |

Se reunieron para la sustentación virtual de la tesis titulada:

**Efecto de tres sustratos en el crecimiento vegetativo y radicular de *Selenicereus megalanthus* (K. Schum. ex Vaupel) Moran "Pitahaya amarilla" en condiciones de vivero**

Que presenta el bachiller en **Ciencias Agrarias con mención Forestal**

**Cristhian Junior Correa Alvarez**

Cumpliendo así con los requerimientos exigidos por el reglamento para la modalidad de titulación; la presentación y sustentación de un trabajo de investigación original, para obtener el Título Profesional de **Ingeniero Agrario con mención Forestal**

Terminada la sustentación y luego de deliberar, el jurado acuerda:

APROBAR	X
DESAPROBAR	...

La tesis, con el calificativo de **MUY BUENA** y eleva la presente acta al decanato de la **Facultad de Ciencias Agrarias y Ambientales**, a fin de que se declare EXPEDITA para conferir el TÍTULO DE **INGENIERO AGRARIO CON MENCIÓN FORESTAL**.

Lima, 22 de enero de 2026.

Katerin Manuelita Encina Oliva  
Presidente

Berthin Renzo Ticona Cortavitarate  
1° miembro

Andrea Josefa Carrión Elguera  
2° miembro

Alan Mike Cardoza Sánchez  
Asesor(a)

**Anexo 2**

**CARTA DE CONFORMIDAD DEL ASESOR(A) DE TESIS CON INFORME DE EVALUACIÓN DEL SOFTWARE ANTIPLAGIO**

Rioja, 16 de febrero de 2026.

Señor(a),  
Jefe del Departamento de Investigación  
Facultad de Ciencias Agrarias y Ambientales

Reciba un cordial saludo.

Sirva el presente para informar que la **tesis** bajo mi asesoría, con **título:** Efecto de tres sustratos en el crecimiento vegetativo y radicular de *Selenicereus megalanthus* (K. Schum. ex Vaupel) Moran "Pitahaya amarilla" en condiciones de vivero, presentado por Cristhian Junior Correa Alvarez (2019100464 y 77493902) para optar el **título profesional** de Ingeniero Agrario con Mención Forestal ha sido revisado en su totalidad por mi persona y **CONSIDERO** que el mismo se encuentra **APTO** para ser publicado en el Repositorio Institucional Digital.

Asimismo, para garantizar la originalidad del documento en mención, se le ha sometido a los mecanismos de control y procedimientos antiplagio previstos en la normativa interna de la Universidad, **cuyo resultado alcanzó un porcentaje de similitud de 0 %**. Por tanto, en mi condición de asesor(a), firmo la presente carta en señal de conformidad y adjunto el informe de similitud del Sistema Antiplagio Turnitin, como evidencia de lo informado.

Sin otro particular, me despido de usted. Atentamente,

A handwritten signature in blue ink, which appears to read 'Alan Mike Cardoza Sánchez', is positioned above a horizontal line.

**Alan Mike Cardoza Sánchez**

DNI N°: 41386271

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0259-133X>  
Facultad de Ciencias Agrarias y Ambientales - UCSS

\* De conformidad con el artículo 8°, del Capítulo 3 del Reglamento de Control Antiplagio e Integridad Académica para trabajos para optar grados y títulos, aplicación del software antiplagio en la UCSS, se establece lo siguiente:

Artículo 8°. Criterios de evaluación de originalidad de los trabajos y aplicación de filtros

El porcentaje de similitud aceptado en el informe del software antiplagio para trabajos para optar grados académicos y títulos profesionales, será máximo de veinte por ciento (20%) de su contenido, siempre y cuando no implique copia o indicio de copia.

## **DEDICATORIA**

A Dios, por ser mi refugio constante y la luz que ha guiado cada paso en este camino.

A mis padres, Jovino y Luz Mery por su amor incondicional, por enseñarme a nunca rendirme y por creer en mí incluso cuando yo mismo dudaba.

A mis hermanos, Estefani, Jhoana, Mabel, Jhan, Yaretzi y Pol por su apoyo constante, por cada palabra de aliento y cada gesto de cariño.

A mis profesores, por compartir su conocimiento y exigirme siempre lo mejor.

Esta tesis no es solo un documento; es la prueba de que los sueños, cuando se trabajan con amor y perseverancia, se alcanzan.

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios por darme la vida y la salud, brindarme sabiduría y fortaleza, por guiar mis pasos a lo largo de este desafiante camino académico y ser mi fuente de inspiración constante.

A mis padres y familiares, cuyo amor, apoyo incondicional y sacrificios han sido la base de mi educación y crecimiento. Su fe en mí ha sido el motor que me impulsa hacia el éxito.

A la Universidad Católica Sedes Sapientiae, donde me acogió por cinco maravillosos años y me brindó la oportunidad de crecer y aprender. Esta institución ha sido mi hogar académico y fuente de oportunidades.

Al Ing. Alan Mike Cardoza Sánchez, docente de la facultad de ciencias agrarias y ambientales, por su apoyo como asesor de tesis.

# ÍNDICE GENERAL

	Pág.
ÍNDICE GENERAL.....	8
ÍNDICE DE TABLAS.....	10
ÍNDICE DE FIGURAS .....	11
ÍNDICE DE APÉNDICES .....	12
RESUMEN.....	13
ABSTRACT .....	14
INTRODUCCIÓN.....	15
OBJETIVOS.....	18
CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO.....	19
1.1. Antecedentes .....	19
1.2. Bases teóricas especializadas .....	25
1.2.1. Sustratos .....	25
1.2.2. <i>Selenicereus megalanthus</i> "pitahaya amarilla" .....	27
CAPÍTULO II: MATERIALES Y MÉTODOS.....	32
2.1. Descripción de la investigación .....	32
2.2. Lugar y fecha .....	32
2.3. Descripción del experimento .....	33
2.3.1. Fase preliminar.....	34
2.3.2. Fase experimental .....	36
2.3.3. Recolección de datos.....	40
2.3.4. Fase de laboratorio .....	42
2.4. Tratamientos.....	44
2.5. Unidades experimentales .....	44
2.6. Identificación de las variables y su mensuración.....	45
2.6.1. Medidas biométricas. ....	46
2.6.2. Propiedades fisicoquímicas de los sustratos .....	47
2.7. Diseño estadístico del experimento.....	48
2.8. Análisis estadísticos de datos .....	48
2.9. Materiales y equipos .....	48
CAPÍTULO III: RESULTADOS .....	50

3.1. Determinar el tipo de sustrato más efectivo para promover el crecimiento vegetativo de <i>S. megalanthus</i> en condiciones de vivero .....	50
3.1.1. Altura de brote .....	50
3.1.2. Diámetro del brote .....	52
3.2. Identificar el tipo de sustrato más efectivo para promover la generación de brotes de <i>S. megalanthus</i> en condiciones de vivero.....	55
3.2.1. Número de brotes .....	55
3.3. Determinar el tipo de sustrato más efectivo para promover el crecimiento radicular de <i>S. megalanthus</i> en condiciones de vivero .....	57
3.3.1. Masa radicular .....	57
CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN.....	60
4.1. Determinar el tipo de sustrato más efectivo para promover el crecimiento vegetativo de <i>S. megalanthus</i> en condiciones de vivero.....	60
4.1.1. Altura de brote .....	60
4.1.2. Diámetro de brote.....	61
4.2. Identificar el tipo de sustrato más efectivo para promover la generación de brotes de <i>S. megalanthus</i> en condiciones de vivero.....	63
4.2.1. Número de brotes .....	63
4.3. Determinar el tipo de sustrato más efectivo para promover el crecimiento radicular de <i>S. megalanthus</i> en condiciones de vivero .....	64
4.3.1. Masa radicular .....	64
CAPÍTULO V: CONCLUSIONES.....	67
CAPÍTULO VI: RECOMENDACIONES .....	68
REFERENCIAS .....	69
TERMINOLOGÍA .....	77
APÉNDICES .....	79

## ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. <i>Clasificación taxonómica de pitahaya amarilla</i> .....	29
Tabla 2. <i>Tipos de sustratos</i> .....	37
Tabla 3. <i>Tratamientos de la investigación</i> .....	44
Tabla 4. <i>Identificación de variables y su mensuración</i> .....	46
Tabla 5. <i>Técnicas de mensuración de los parámetros fisicoquímicos de los sustratos</i> .....	47
Tabla 6. <i>Materiales, equipos e insumos usados</i> .....	49
Tabla 7. <i>Prueba de homogeneidad de varianza Levene para altura de brote (cm)</i> .....	50
Tabla 8. <i>Análisis de varianza de los promedios de la altura de brote (cm)</i> .....	51
Tabla 9. <i>Prueba de Duncan para la altura de brote (cm)</i> .....	51
Tabla 10. <i>Prueba de homogeneidad de varianza Levene para diámetro de brote (cm)</i> .....	53
Tabla 11. <i>Análisis de varianza de los promedios del diámetro de brote (cm)</i> .....	53
Tabla 12. <i>Prueba de Duncan para el diámetro de brote (cm)</i> .....	54
Tabla 13. <i>Prueba de homogeneidad de varianza Levene para número de brotes (ud)</i> .....	55
Tabla 14. <i>Análisis de varianza de los promedios del número de brotes (ud)</i> .....	56
Tabla 15. <i>Prueba de Duncan para el número de brotes (ud)</i> .....	56
Tabla 16. <i>Prueba de homogeneidad de varianza Levene para la masa radicular (g)</i> .....	58
Tabla 17. <i>Análisis de varianza de los promedios de la masa radicular (g)</i> .....	58
Tabla 18. <i>Prueba de Duncan para la masa radicular (g)</i> .....	59

## ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. <i>Ubicación del vivero turístico Selva Verde</i> .....	33
Figura 2. <i>Obtención de cladodios de pitahaya</i> .....	35
Figura 3. <i>Sustratos empleados en la investigación</i> .....	36
Figura 4. <i>Preparación de sustratos</i> .....	37
Figura 5. <i>Trasplante de cladodios</i> .....	38
Figura 6. <i>Riego de los cladodios</i> .....	39
Figura 7. <i>Altura de brote</i> .....	40
Figura 8. <i>Diámetro de brote</i> .....	41
Figura 9. <i>Número de brotes</i> .....	41
Figura 10. <i>Masa radicular</i> .....	42
Figura 11. <i>Distribución de las unidades experimentales</i> .....	45
Figura 12. <i>Gráfico de barras de los promedios de la altura de los brotes de S. megalanthus a los 120 días de siembra</i> .....	52
Figura 13. <i>Gráfico de barras de los promedios del diámetro de los brotes de S. megalanthus a los 120 días de siembra</i> .....	54
Figura 14. <i>Gráfico de barras de los promedios del número de brotes de S. megalanthus a los 120 días de siembra</i> .....	57
Figura 15. <i>Gráfico de barras de la masa radicular promedio de S. megalanthus a los 120 días de siembra</i> .....	59

## ÍNDICE DE APÉNDICES

	Pág.
Apéndice 1. Solicitud para ejecución de tesis .....	79
Apéndice 2. Conformidad para uso de vivero .....	80
Apéndice 3. Solicitud para la compra de cladodios de pitahaya .....	81
Apéndice 4. Conformidad para la compra de cladodios de pitahaya .....	82
Apéndice 5. Ficha técnica de kasumin .....	83
Apéndice 6. Promedio de altura de brotes .....	85
Apéndice 7. Promedio de diámetro de brotes.....	86
Apéndice 8. Promedio de número de brotes.....	87
Apéndice 9. Promedio de masa radicular .....	88
Apéndice 10. Análisis de suelo de los sustratos y de las combinaciones de los tratamientos .....	89
Apéndice 11. Prueba de Normalidad Shapiro-Wilk para altura de brote (cm).....	90
Apéndice 12. Prueba de Normalidad Shapiro-Wilk para diámetro de brote (cm) .....	90
Apéndice 13. Prueba de Normalidad Shapiro-Wilk para Número de brotes (ud).....	90
Apéndice 14. Prueba de Normalidad Shapiro-Wilk para masa radicular (g) .....	90

## RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo determinar el efecto de tres sustratos (compost, vermicompost y gallinaza descompuesta) combinados con suelo agrícola, en el crecimiento vegetativo y radicular de *Selenicereus megalanthus* en vivero. Se emplearon cladodios de 30 y 50 cm bajo un diseño completamente al azar con siete tratamientos y tres repeticiones (21 unidades experimentales). Se evaluaron: altura, diámetro, número de brotes y masa radicular. El análisis estadístico se realizó mediante ANOVA y prueba de Duncan al 5 % de significancia. Los resultados mostraron que el tratamiento T4 (vermicompost + cladodio de 50 cm) destacó con 108,67 cm de altura y 4,45 cm de diámetro. En número de brotes, los tres sustratos empleados presentaron efectos significativos, los tratamientos T4, T6, T2, T3 y T5 obtuvieron 2,22; 2,11; 2; 1,89 y 1,78 brotes por cladodio, respectivamente. Para la masa radicular, T4 y T6 lograron 15,79 y 14,97 gramos respectivamente, con efecto significativo en sustratos con vermicompost y gallinaza descompuesta más cladodios de 50 cm. Se concluyó que el uso de sustratos ricos en materia orgánica con textura franco arenosa y cladodios de mayor tamaño (T4), obtuvo los mejores resultados en la propagación asexual de *S. megalanthus* en condiciones de vivero.

**Palabras clave:** Cladodio, Compost, Gallinaza descompuesta, Pitahaya, Vermicompost.

## ABSTRACT

The present investigation aimed to determine the effect of three substrates (compost, vermicompost and decomposed chicken manure) combined with agricultural soil, on the vegetative and root growth of *Selenicereus megalanthus* in a nursery. Cladodes of 30 and 50 cm were used under a completely randomized design with seven treatments and three replicates (21 experimental units). The following were evaluated: height, diameter, number of shoots and root mass. Statistical analysis was performed using ANOVA and Duncan's test at 5 % significance. The results showed that treatment T4 (vermicompost + 50 cm cladode) stood out with 108,67 cm in height and 4,45 cm in diameter. In number of shoots, the three substrates used presented significant effects; treatments T4, T6, T2, T3 and T5 obtained 2,22; 2,11; 2; 1,89 and 1,78 shoots per cladode, respectively. For root mass, T4 and T6 achieved 15,79 and 14,97 grams respectively, with a significant effect on substrates with vermicompost and decomposed chicken manure plus 50 cm cladodes. It is concluded that the use of substrates rich in organic matter with a sandy loam texture and larger cladodes (T4), obtained the best results in the asexual propagation of *S. megalanthus* under nursery conditions.

**Keywords:** Cladode, Compost, Decomposed poultry manure, Dragon fruit, Vermicompost.

## INTRODUCCIÓN

La "pitahaya amarilla" *Selenicereus megalanthus* es una especie silvestre que forma parte de la familia de las cactáceas, oriunda de América central y la selva peruana. En los últimos años el cultivo de esta fruta exótica se encuentra expandido a nivel mundial (Verona *et al.*, 2020). Actualmente, los países de Sudamérica que se encuentran liderando la producción de *S. megalanthus* son Colombia y Ecuador. Por su parte, en el territorio peruano, los departamentos donde se ha incrementado el cultivo de *S. megalanthus* son San Martín y Amazonas, regiones de donde es originaria, asimismo, se ha extendido a otros departamentos como: Piura, Lambayeque, Lima y Junín (Alcarazo, 2021). El rápido incremento de las áreas cultivadas de pitahaya en el Perú y la falta de educación tecnológica en el cultivo de esta especie, ha enfrentado inconvenientes, especialmente durante la etapa de propagación de plantas de pitahaya (León, 2023).

Los métodos de propagación empleados en el cultivo de *S. megalanthus* pueden ser de manera sexual usando las semillas que se encuentran en los frutos, por otro lado, de manera asexual se realiza a partir de una parte vegetativa de la planta, que pueden ser por: estacas, esquejes o cladodios (Vilca, 2022). Ante ello, Rupay (2024) menciona que la propagación asexual se puede realizar por medio de la siembra directa de los cladodios al campo definitivo, como también bajo condiciones de vivero haciendo uso de sustratos ricos en materia orgánica y posteriormente trasladarlo a campo definitivo, siendo este último método el más recomendable. Sin embargo, el cultivo de *S. megalanthus* tiene, en la actualidad, un incorrecto manejo, debido al escaso conocimiento de los agricultores, en donde la técnica más usada es la siembra directa a campo, pero presenta problemas de uniformidad y enraizamiento del cladodio, generando pérdidas en los cultivos instalados y baja eficiencia propagativa (Vargas *et al.*, 2020).

Ortiz (2020) hace mención que los sustratos como el compost y el vermicompost presentan buena aireación, retención de agua, disponibilidad de nutrientes y alto contenido de microorganismos antagonistas, de tal forma que, enriquecen el suelo al aportar materia orgánica, mejoran su estructura y fertilidad, promueven la actividad microbiana beneficiosa,

contribuyendo en el prendimiento y crecimiento de plantas. Asimismo, Tuanama (2020) indica que el éxito de propagar rápidamente pitahaya que garantice rapidez en el enraizamiento y crecimiento del cladodio está en utilizar sustratos que sean sueltos y con buen drenaje que eviten la deficiencia de oxígeno y promuevan el buen desarrollo de la planta.

Según Vélez y Zambrano (2022) el enraizamiento de la propagación asexual se puede obtener en corto tiempo cuando los sustratos son ricos en materia orgánica, con buena aireación y disponibilidad de nutrientes. No obstante, el uso de sustratos a nivel propagativo aún no ha sido estudiado a profundidad debido a que *S. megalanthus* es un cultivo nuevo que se desarrolla en el territorio peruano. Frente a este problema Aguilar (2015) señala que existe la necesidad de probar los recursos disponibles de las propias zonas, con un alto porcentaje de materia orgánica, buena retención de humedad y una adecuada estructura para permitir un correcto enraizamiento y el crecimiento de las plántulas de *S. megalanthus*.

Por ello, la presente investigación tuvo como objetivo determinar el tipo de sustrato más efectivo para promover el crecimiento vegetativo y radicular de los cladodios de pitahaya amarilla. Asimismo, la presente investigación adquiere relevancia científica al abordar un área geográfica donde previamente no se habían desarrollado estudios específicos, lo que contribuye a generar conocimiento contextualizado y pertinente que servirá para agricultores, empresas e investigaciones futuras tanto locales, regionales y nacionales que requieran de una alternativa en propagación y uso de sustratos que garantice un buen manejo propagativo.

El presente estudio se estructura por capítulos: CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO, en este capítulo se detallaron los antecedentes y bases teóricas especializadas sobre el tema de estudio; CAPÍTULO II: MATERIALES Y MÉTODOS, se especificaron los materiales y métodos que se utilizaron durante el estudio de investigación; CAPÍTULO III: RESULTADOS, se mostraron los resultados obtenidos a partir del análisis estadístico de datos; en el CAPÍTULO IV, se detallaron las discusiones del estudio entre los antecedentes, resultados y otros autores; en el CAPÍTULO V, se señaló las conclusiones en base a los

objetivos del estudio y el en CAPÍTULO VI se especificaron algunas recomendaciones del estudio de investigación.

## OBJETIVOS

### Objetivo General

- Determinar el efecto de tres sustratos en el crecimiento vegetativo y radicular de *S. megalanthus* en condiciones de vivero.

### Objetivos Específicos

- Determinar el tipo de sustrato más efectivo para promover el crecimiento vegetativo de *S. megalanthus* en condiciones de vivero.
- Identificar el tipo de sustrato más efectivo para promover la generación de brotes de *S. megalanthus* en condiciones de vivero.
- Determinar el tipo de sustrato más efectivo para promover el crecimiento radicular de *S. megalanthus* en condiciones de vivero.

# CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO

## 1.1. Antecedentes

### Internacionales

Silva (2023) realizó una investigación titulada “Respuesta morfológica de varetas de pitahaya (*Hylocereus undatus*) de diferente tamaño a tres tipos de sustratos a nivel de vivero en la Parroquia Noboa del Cantón 24 de Mayo”, en Ecuador; tuvo como objetivo determinar cómo responden morfológicamente los cladodios de *Hylocereus undatus* de distintos tamaños (40, 60 y 80 cm) frente a cuatro sustratos (humus, turba, compost y tierra negra) en condiciones de vivero. La metodología consistió en un diseño completamente al azar con arreglo factorial 4×3 (cuatro tipos de sustratos y tres tamaños de vareta), lo que dio lugar a 12 tratamientos. Los resultados fueron procesados con ANOVA mediante la prueba de Duncan al 5 % de significancia en el software InfoStat versión 2020, donde el tratamiento con turba (T4) fue el mejor en porcentaje de brotación (29,49 %), la tierra negra (T3) superó a los demás en número de brotes por planta (5,24), número de raíces (17,51), tamaño de raíz (53,48 cm) y tamaño de brote (90,41 cm). El peor rendimiento lo presentó el compost (T2), salvo en el tamaño de brote, donde la turba fue menor. Asimismo, identificó una interacción significativa entre el tipo de sustrato y el tamaño de cladodio, donde los de 40 cm mostraron mejor porcentaje de brotación (22,12 %), los de 80 cm presentó el porcentaje más bajo, por su parte los de 60 cm resultó superior en número de brotes, tamaño de raíces y longitud de brote. El autor concluyó que los tratamientos con humus, turba y tierra son rentables en relación beneficio/costo, mientras que el tratamiento con compost no es rentable y sugiere que la elección del tamaño óptimo depende también del sustrato utilizado.

Navarrete (2023) ejecutó una investigación que lleva por título “Evaluación de la propagación de pitahaya (*Hylocereus undatus*) bajo diferentes esquemas de nutrición” en México. El objetivo fue evaluar el efecto de cinco soluciones nutritivas durante la etapa inicial de propagación de pitahaya cultivada en sustrato y bajo condiciones de invernadero. La metodología consistió en un diseño de bloques completamente al azar, donde evaluó cinco tratamientos: solución de Steiner normal, Steiner al 75 %, Steiner con silicio, Hoagland

y Hewitt, cada uno con cinco repeticiones. Las plantas fueron cultivadas en condiciones controladas de invernadero. Los resultados fueron analizados con ANOVA mediante la prueba de Duncan al 5 % de significancia en el software InfoStat versión 2020, donde arrojó diferencias significativas entre tratamientos en la mayoría de las variables evaluadas. El tratamiento Steiner enriquecido con silicio sobresalió en número de brotes y el diámetro de raíz. Además, las soluciones Hoagland y Hewitt presentaron buenos desempeños en cuanto a peso fresco de biomasa aérea y volumen radicular. El tratamiento con solución Steiner al 75 % también mostró resultados aceptables, aunque inferiores en comparación con la formulación completa. El autor concluyó que el manejo nutricional adecuado, especialmente mediante fertirriego con soluciones balanceadas y enriquecidas con silicio, puede acelerar el crecimiento vegetativo, optimizar el sistema radical y mejorar la acumulación de biomasa.

Cedeño (2023) realizó un estudio titulado “Respuesta de las varetas de Pitahaya (*Hylocereus undatus*) a tres bioestimulantes y tres dosis a nivel de vivero” en Ecuador. La investigación tuvo como objetivo determinar cuál fue el efecto de tres tipos de bioestimulantes (biol, purinas y lixiviado de sangre de ganado) aplicados en tres dosis (20 %, 40 % y 60 %) sobre el enraizamiento y el desarrollo vegetativo de cladodios de pitahaya a nivel de vivero. El diseño experimental fue de bloques completamente al azar con un arreglo factorial 3×3 (3 bioestimulantes × 3 dosis), resultando en 9 tratamientos con tres repeticiones cada uno, donde utilizó 540 cladodios de pitahaya distribuidas en 27 unidades experimentales. Las variables fueron: número de brotes, longitud, diámetro del brote, número y peso de raíces, peso de masa radicular, porcentaje de mortalidad de los cladodios y análisis de costo-beneficio. Los resultados fueron procesados con ANOVA y prueba de Tukey al 5 % de significancia donde mostró que existe interacción significativa entre tipo de bioestimulante y dosis utilizada. El bioestimulante biol al 20 % produjo el mayor número de brotes (1,83 brotes), mientras que la purina al 20 % generó el mayor peso de masa radicular (6,67 g). Por su parte, el lixiviado de sangre de ganado a diferentes dosis sobresalió por su eficacia en el aumento del diámetro del brote y por presentar la menor tasa de mortalidad de cladodios. El autor llegó a la conclusión que el uso de bioestimulantes tiene un impacto positivo en la propagación vegetativa de la pitahaya, particularmente en la etapa de vivero, mejorando tanto el desarrollo radicular como la formación de brotes.

Vélez y Zambrano (2022) llevaron a cabo una investigación titulada “Propagación asexual en pitahaya roja (*Hylocereus undatus*) y amarilla (*Selenicereus megalanthus*) en el Valle del Río Carrizal”, en Ecuador; el estudio tuvo como objetivo identificar el método más adecuado para la propagación asexual de ambas especies mediante el uso de enraizantes y longitudes de varetas. La metodología empleada fue un diseño de bloques completamente al azar con arreglo factorial 2×3, que combinó dos longitudes de varetas (0,80 m y 0,50 m) con tres tipos de tratamiento hormonal (Citokyn, Trichotic y sin enraizante), resultando en seis tratamientos y cuatro repeticiones por especie, con un total de 24 unidades experimentales para cada ensayo. El análisis estadístico fue desarrollado mediante ANOVA y prueba de Tukey al 5 % de probabilidad de error, empleando el software Microsoft Excel. Las variables evaluadas incluyeron porcentaje de enraizamiento, peso de masa radicular, número y longitud de brotes, días hasta la brotación y porcentaje de mortalidad. Los resultados mostraron que los tratamientos con varetas de 0,80 m generaron mayor longitud y número de brotes, mientras que las varetas de 0,50 m alcanzaron mejor desarrollo en peso de masa radicular. No evidenciaron diferencias significativas atribuibles al uso de enraizantes, por lo que el factor hormonal no influyó de manera estadística. Las autoras concluyeron que la longitud del esqueje influye directamente en el desarrollo vegetativo, mientras que el uso de Citokyn y Trichotic no proporcionó beneficios adicionales respecto al testigo, por lo cual no resultaron necesarios en el proceso de propagación inicial.

Montejo (2020) encabezó una investigación cuyo título fue “Evaluación del efecto de sustratos y enraizadores en la propagación vegetativa de la pitahaya; Jacaltenango, Huehuetenango” en Guatemala. Tuvo como objetivo determinar el efecto de distintos sustratos y enraizadores en la propagación vegetativa de pitahaya. La metodología fue un diseño completamente al azar con arreglo combinatorio, empleando doce tratamientos de tres tipos de sustratos (tierra negra, broza y arena) y cuatro enraizadores (ácido giberélico, ácido indolbutírico, citoquinina y un testigo sin enraizador), utilizó 576 cladodios de los cuales evaluó variables como crecimiento vegetativo (porcentaje de estacas enraizadas, número y longitud de brotes) y radicular (longitud y peso de raíces frescas y secas). Los resultados fueron analizados con ANOVA mediante la prueba de Tukey al 5 % de significancia en el software InfoStat, donde destacó el ácido indolbutírico como el enraizador más eficaz, obteniendo un 80,56 % de enraizamiento, siendo estadísticamente superior a los demás. Entre los sustratos, la broza sobresalió con mayor cantidad de brotes por unidad

experimental, seguida por tierra negra y arena. La mejor interacción fue el (T6) broza + ácido indolbutírico, con un enraizamiento del 89,58 % y un promedio de 17,25 brotes, mientras que el peor resultado lo obtuvo arena + giberelina (T9), con solo 29,17 % de enraizamiento. El autor concluyó que el enraizador ácido indolbutírico fue el más eficiente en la generación de raíces y brotes, seguido de la citoquinina. En cuanto a los sustratos, la broza presentó el mejor comportamiento agronómico.

## **Nacionales**

Rupay (2024) realizó una investigación titulada “Efecto de sustratos en la propagación asexual de pitahaya amarilla (*Selenicereus megalanthus* (K. Schum. ex Vaupel)) en condiciones de vivero en Pozo Azul – Leoncio Prado” región Huánuco. Dicha investigación tuvo como objetivo determinar el efecto de distintos tipos de sustratos en la propagación asexual de pitahaya amarilla en condiciones de vivero. La metodología fue un diseño completamente al azar, evaluando cuatro tratamientos y un testigo. Las evaluaciones fueron durante un periodo de 150 días, y los datos se analizaron estadísticamente en ANOVA mediante la prueba de Tukey al 5 % de significancia en el software InfoStat versión 2020. Los resultados arrojaron que los sustratos que contenían estiércol de cuy (T3 y T4) obtuvieron mejores resultados en las variables evaluadas; emisión de raíces, brotes más largos y un mayor porcentaje de prendimiento, por su parte los sustratos como compost de cacao y estiércol de cuy demostraron mejor desempeño frente a los tratamientos con tierra agrícola y arena de río. El autor llegó a la conclusión que la incorporación de materia orgánica al sustrato, favorece significativamente el desarrollo morfológico de los cladodios de pitahaya amarilla. Asimismo, reconoció que no existe un único sustrato ideal para todas las variables, sino que el comportamiento de cada uno varía dependiendo de la variable observada.

Oliva (2024) ejecutó una investigación titulada “Efecto de diferentes tipos de sustratos en el enraizamiento de pitahaya (*Selenicereus megalanthus* Haw.) bajo condiciones de vivero en Pucallpa” región Ucayali. El objetivo de este trabajo fue determinar el efecto de cinco tipos de sustratos sobre el enraizamiento y el desarrollo radicular y vegetativo de la pitahaya amarilla en condiciones de vivero. La metodología empleada fue de tipo experimental con un enfoque cuantitativo, utilizando un diseño completamente al azar con cinco tratamientos:

T1 (suelo agrícola + arena + cascarilla de arroz en proporciones 1:1:1), T2 (100 % compost de lupuna), T3 (suelo agrícola + arena + humus de lombriz), T4 (suelo agrícola + arena + gallinaza) y T5 (100 % suelo aluvial). La duración del experimento fue de 90 días desde la siembra de los esquejes. Los datos fueron analizados en ANOVA y prueba de Tukey al 5 % en el software InfoStat. Los resultados revelaron que el tratamiento T4 fue el más efectivo, en longitud de brotes y número de raíces y logrando un 99,47 % de enraizamiento. Le siguieron el T2 y T1, que alcanzaron porcentajes de enraizamiento de 96,86 % y 94,79 %, respectivamente. Los resultados fueron asociados a la calidad nutricional y estructural de los sustratos, siendo la gallinaza particularmente rica en nitrógeno, fósforo y calcio, elementos que favorecen el crecimiento vigoroso de los cladodios. El autor concluyó que la combinación de suelo agrícola, arena y gallinaza en proporciones iguales representa el mejor sustrato para propagación asexual de pitahaya amarilla en vivero, debido a su alta capacidad para inducir enraizamiento y promover el desarrollo vegetal.

Bedoya (2024) realizó un estudio titulado “Evaluación de diferentes sustratos para el enraizamiento de esquejes de pitahaya amarilla (*Selenicereus megalanthus* var. amazónica) en la irrigación de Majes - región Arequipa”; tuvo como objetivo evaluar cuál es la mejor mezcla de sustratos que favorezca el enraizamiento eficiente de esquejes de pitahaya amarilla. La metodología consistió en un experimento bajo un diseño completamente al azar con 15 tratamientos, incluyendo uno testigo con tierra de chacra (T0). Los sustratos probados incluyeron materiales como piedra pómez, estiércol vacuno, compost y arena gruesa, en distintas combinaciones, y evaluó parámetros como número de brotes, longitud de raíces, peso seco y fresco. Los datos fueron analizados en ANOVA mediante la prueba de Tukey al 5 % en el software InfoStat. Los resultados mostraron que los sustratos con alta porosidad y contenido de materia orgánica favoreció significativamente el desarrollo de raíces y brotes. El tratamiento T13, alcanzó 16,29 cm de longitud de raíz y alto número de brotes, la combinación de arena gruesa y compost (T10) fue efectiva en peso radicular y crecimiento de brotes, por su parte el T1 mostró bajo desarrollo del brote. El autor concluyó que los sustratos aireados y ricos en materia orgánica ofrecen un entorno favorable para la propagación asexual de la pitahaya. Específicamente, las mezclas T12 y T13 presentaron un balance óptimo entre retención de humedad, aireación y disponibilidad nutricional. Asimismo, se destacó que el éxito en el enraizamiento inicial depende también de la reserva

de carbohidratos del esqueje, pero el desarrollo a largo plazo está condicionado por las propiedades físico-químicas del sustrato.

Carrera (2023) ejecutó una investigación titulada “Efectos de microorganismos eficientes (EM) en el enraizamiento y desarrollo vegetativo de cladodios de pitahaya (*Hylocereus undatus*)” desarrollada en la región Lima. El objetivo de esta investigación fue evaluar los efectos de diferentes dosis de microorganismos eficientes sobre el enraizamiento y desarrollo vegetativo de cladodios de pitahaya. La metodología utilizada fue de tipo experimental con enfoque cuantitativo, empleando un diseño completamente al azar con cuatro tratamientos y doce repeticiones. Evaluó tres dosis de aplicación de EM: 25 ml/l (T1), 50 ml/l (T2) y 75 ml/l (T3), además de un testigo sin EM (T0), trabajó con 48 cladodios de pitahaya. Las variables evaluadas fueron: longitud, peso fresco, seco de raíz, longitud, peso fresco y seco de brote. Los datos fueron analizados en ANOVA mediante la prueba de Tukey al 5 % en el software SPSS versión 20,1. Los resultados revelaron que la aplicación de EM influyó positivamente en todas las variables estudiadas. Particularmente, la dosis de 75 ml/l (T3) fue la más efectiva, alcanzando los mayores promedios tanto en desarrollo radicular y crecimiento de brotes. Sin embargo, no encontró diferencias estadísticamente significativas entre las dosis de 50 ml/l y 75 ml/l. El autor concluyó que los EM mejoran de forma significativa el enraizamiento y crecimiento vegetativo de la pitahaya, actuando como biofertilizantes que incrementan la disponibilidad de nutrientes esenciales como el fósforo, al solubilizar compuestos insolubles.

Taipe (2022) desarrolló una investigación titulada “Efecto del té de fosfocompost combinados con extractos vegetales en la propagación de *Hylocereus undatus* y *Selenicereus megalanthus*” ejecutada en la región Huancavelica; tuvo como objetivo determinar el efecto del té de fosfocompost mezclado con extractos vegetales en la propagación de dos variedades de pitahaya roja y amarilla. El estudio tuvo un enfoque aplicativo y de nivel explicativo, con diseño experimental de bloques completamente al azar con arreglo bifactorial. Donde evaluó cinco tratamientos de enraizantes: té de fosfocompost (T), té de fosfocompost + agua de coco (T+AC), té de fosfocompost + extracto de sábila (T+ES), té de fosfocompost + agua de coco + extracto de sábila (T+AC+ES) y un testigo sin enraizante (SE). Los datos fueron analizados en ANOVA mediante la prueba de Tukey al 5 % en el software Statical Análisis System.

Los resultados revelaron que los tratamientos con enraizantes naturales mejoraron significativamente el desarrollo radicular y vegetativo, siendo el tratamiento T+AC+ES el más efectivo en pitahaya amarilla, con incrementos notorios en el número y longitud de raíces, así como en peso fresco y seco. Para pitahaya roja, el tratamiento T+ES fue el más destacado, alcanzando hasta 100 % de enraizamiento en algunas unidades experimentales, el té de fosfocompost combinado con extractos también tuvo efectos positivos en la variedad amarilla. El autor concluyó que el uso del té de fosfocompost en combinación con agua de coco y sábila representa una alternativa eficiente, ecológica y económicamente viable para la propagación de pitahaya.

## **1.2. Bases teóricas especializadas**

### **1.2.1. Sustratos**

Los sustratos orgánicos comprenden cualquier medio utilizado para el cultivo de plantas con el propósito de facilitar su desarrollo (Graco *et al.*, 2021), estos pueden ser de origen sintético, residual, mineral u orgánico, y se incorporan en la tierra o contenedores ya sea en su forma pura o mezclados con otros componentes (Clemente, 2021), mejorando así el sistema radicular, el rendimiento y el soporte de las plantas. Además, contribuyen a mejorar el suelo y crear condiciones óptimas para que las raíces puedan absorber nutrientes eficientemente (Graco *et al.*, 2021).

En relación con el sustrato orgánico, este se forma a partir de una mezcla generada por la descomposición de materia orgánica, compuesta principalmente por restos de hojas, estiércol, verduras y frutas (Bárbaro *et al.*, 2019). Un sustrato bien elaborado posee propiedades agronómicas adecuadas y puede ser utilizado como sustituto de elementos orgánicos no renovables (Zulfiqar *et al.*, 2019).

### **Compost**

Vásquez y Loli (2018) indican que el compost es un abono orgánico que se obtiene al aprovechar los residuos orgánicos, donde mediante el proceso de compostaje son descompuestos y transformados en un producto muy útil para mejorar las condiciones de los

suelos. Para Ramos (2015) la descomposición biológica del compost se debe realizar en condiciones controladas, se puede procesar sobre la superficie del suelo haciendo uso de una compostera para un apropiado entorno y condiciones óptimas de los agentes de descomposición los cuales a través de procesos naturales imitan la fermentación termófila.

**Características del compost.** Morales y Casanova (2015) señalan que el compost tiene un olor agradable y presenta buen contenido de materia orgánica con excelentes propiedades beneficiosas, sin embargo, es más usado como un regenerador de suelos y no como abono para plantas. Desde una perspectiva microbiológica, Bárbaro *et al.* (2019) mencionan que el compost contiene grandes cantidades de microorganismos, los cuales son responsables de descomponer los materiales vegetales y enzimas que químicamente facilitan romper el material orgánico. Ante ello, se considera al compost como un excelente sustrato para mejorar la calidad de los suelos debido a que incorpora nutrientes y microorganismos benéficos al suelo.

### **Vermicompost**

El vermicompost es un abono orgánico que se obtiene a partir del aprovechamiento de los residuos biodegradables que se generan en las fincas, huertos, e incluso a partir de desechos urbanos, debido a la acción del metabolismo de las lombrices de tierra y otros transformadores de materia, es convertido en un abono muy útil para mejorar las condiciones de los suelos (Hernández, 2022). Por otro lado, Villegas y Laines (2017) indican que el vermicompost es un producto que se obtiene mediante el proceso de compostaje aerobio y sin temperaturas elevadas, donde participan como agentes transformadores, tanto lombrices de tierra como microorganismos descomponedores de materia biodegradable. Además, para Olle (2019) el vermicompost se obtiene gracias a un proceso bioxidativo donde participan las lombrices de tierra y microorganismos, siendo el producto final un abono rico en macronutrientes, micronutrientes, hormonas, enzimas y vitaminas.

**Características del vermicompost.** Según Gutiérrez *et al.* (2024) el vermicompost óptimo para el uso agrícola desde el punto de vista físico, debe presentar en primer lugar una coloración marrón oscura, se debe evidenciar la presencia de partículas incorporadas entre sí, no debe existir humedad palpable, el olor que emita debe ser soportable por el sentido del olfato; todo esto con la finalidad que una vez que el material sea incorporado en el suelo,

pueda mejorar las propiedades físicas y químicas. Desde una perspectiva nutricional, para Hernández (2022) el vermicompost se caracteriza por tener buenos porcentajes de macro y micronutrientes convirtiéndose en uno de los mejores por sus características nutritivas frente a otros abonos orgánicos. Bajo un enfoque microbiológico Parra (2023) menciona que el vermicompost en su estado maduro se caracteriza por presentar hormonas que inducen al crecimiento en las plantas, donde destaca al ácido indol-3-acético (AIA).

### **Gallinaza descompuesta**

Arévalo *et al.* (2018) manifiestan que la gallinaza es un abono orgánico que se obtiene a partir del aprovechamiento de las heces y orina de la producción avícola. Asimismo, Carire (2019) indica que al incorporar gallinaza sin descomponer no llega a generar buenos resultados. Por su parte la gallinaza descompuesta presenta mejor calidad nutricional permitiendo altos rendimientos debido a generar mejor actividad biológica del suelo, llegando a mejorar las condiciones de los suelos, esto convierte a la gallinaza descompuesta es un abono orgánico rico en materia orgánica, macronutrientes y micronutrientes.

**Características de la gallinaza descompuesta.** Según Saucedo (2022) el uso de gallinaza descompuesta en la agricultura presenta múltiples beneficios como son: alto contenido de materia orgánica, regula el pH del suelo, mejora la calidad de suelos y las propiedades físicas del suelo, aumenta la actividad biológica, permite buena retención de la humedad, tiene un poder de infiltración del agua del suelo, con esto ayuda a mantener una humedad óptima que no presente deficiencia o exceso de agua. Para Leandro y Cristobal (2016) la gallinaza descompuesta se caracteriza por tener buenos porcentajes de los macronutrientes principales que son el Nitrógeno (N), el fósforo (P) y el potasio (K) nutrientes conocidos como NPK. En términos microbiológicos, Lazo (2016) menciona que la gallinaza descompuesta favorece al suelo con la actividad microbiana, facilita la aparición de enzimas, favorece la adsorción de nutrientes del suelo, retiene la humedad y mejora la calidad de las estructuras de los suelos.

#### **1.2.2. *Selenicereus megalanthus* "pitahaya amarilla"**

Huachi *et al.* (2015) mencionan que la pitahaya amarilla es originaria de las zonas tropicales, encontrándose en su estado silvestre en Centroamérica y Sudamérica y parte del continente

asiático. Su fruto es de tipo baya con un sabor único de atractiva apariencia, y la planta es un arbusto trepador rústico, en algunos casos es utilizado como cercas vivas o como planta ornamental por sus características morfológicas. Debido a sus propiedades nutricionales, se considera una fruta muy valiosa. Sus frutos contienen una gran cantidad de bioflavonoides, una gran cantidad de ácidos grasos, también contienen fibra, vitaminas y minerales, que se encargan de aumentar la eficiencia del corazón y actúan como coadyuvante para problemas gastrointestinales de las personas.

El cultivo de pitahaya posee antecedentes históricos que se remontan a épocas prehispánicas y la época colonial, siendo reconocida por las culturas originarias de América por sus propiedades nutricionales y medicinales. Hace aproximadamente 100 años atrás el cultivo de esta planta exótica se encontraba limitado a espacios domésticos o huertos familiares. No obstante, en los últimos 20 años, la pitahaya ha sido incorporada progresivamente en sistemas de producción tecnificada, lo que ha permitido su inserción en circuitos comerciales formales, tanto a nivel nacional como internacional (Martínez, 2022).

Sotomayor *et al.* (2019) indican que el cultivo de pitahaya crece bien entre los 500 y 1 900 metros sobre el nivel del mar y aunque también se cultiva a menos altitud, debido a que tolera un rango de temperatura de 16 a 25 °C con una temperatura óptima de 26 °C y requiere temperaturas y precipitaciones moderadas para florecer, el exceso de precipitaciones puede causar la caída de las flores, por lo cual las precipitaciones óptimas se consideran entre 1 200 a 2 500 mm por año, pero se desarrolla mejor en climas cálidos tropicales, como también se adapta a climas secos sin embargo no logra tener una buena producción.

### **Clasificación taxonómica**

En base a lo que describen Royal Botanic Gardens (2024) y Plants of the World Online (2024), la pitahaya presenta la siguiente clasificación taxonómica (Tabla 1):

**Tabla 1***Clasificación taxonómica de pitahaya amarilla*

Nivel Taxonómico	Clasificación
Reino	Plantae
Filo	Estreptofitas
Clase	Equisetopsida
Subclase	Magnoliidae
Orden	Cariófilas
Familia	<i>Cactáceas</i>
Género	<i>Selenicereus</i>
Especie	<i>Megalanthus</i>
Nombre científico	<i>Selenicereus megalanthus</i> (K. Schum. ex Vaupel) Moran

*Nota.* Elaboración propia a partir de Royal Botanic Gardens y Plants of the World Online (2024). *Selenicereus megalanthus* (K. Schum. ex Vaupel) Moran. <https://powo.science.kew.org/taxon/urn:lsid:ipni.org:names:232386-2>

**Morfología**

**Raíz.** La pitahaya desarrolla dos clases de raíces: unas principales que se desarrollan bajo la superficie del suelo, y otras secundarias, también llamadas adventicias, que brotan generalmente en la parte aérea de la planta, aunque a veces llegan a extenderse hasta el suelo. Las raíces primarias se extienden de manera horizontal y se localizan a profundidades que oscilan entre los 5 y los 25 cm, alcanzando un diámetro de hasta 30 cm. Este conocimiento es esencial al momento de organizar prácticas agrícolas como el abonado y el manejo de malas hierbas (Alvarado, 2015).

**Tallos.** Los tallos de la pitahaya presentan una estructura suculenta y muy ramificada. En la mayoría de las variedades, estas estructuras tienen tres aristas unidas por nudos rectilíneos. En sus bordes se pueden observar pequeñas perforaciones y espinas cortas, de entre 2 y 4 mm, así como hojas alternas en su parte interna. Tanto las flores como las ramas emergen desde botones florales ubicados en la parte superior de los tallos. Además de su función estructural, los tallos también regulan la humedad de la planta y participan en el proceso fotosintético (Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria [OIRSA], 2019).

**Flor.** La floración de la pitahaya se caracteriza por su simetría radial y condición hermafrodita. Las flores, de gran tamaño, se desarrollan directamente sobre los tallos. Poseen una forma tubular y pueden medir entre 20 y 40 cm de largo, con un ancho máximo de 25 cm. Son especialmente llamativas para los insectos polinizadores y tienen la particularidad de abrirse solo una vez, durante la noche. Su perianto es heteroclamídeo, y una vez polinizadas, las flores se marchitan progresivamente, dando paso al fruto alrededor de una semana después (Ramos, 2018).

**Fruto.** El fruto de la pitahaya es una baya de forma alargada y ovoide, con una cascara suave y una pulpa jugosa en su interior. Su tonalidad cambia según la variedad, y contiene numerosas semillas pequeñas de color oscuro. Su diámetro varía entre los 9 y los 12 cm (Montesinos *et al.*, 2015).

### **Requerimientos del cultivo**

Para obtener la mejor nutrición para el cultivo de pitahaya, es recomendable un plan de fertilización empezando con el muestreo del suelo para el análisis químico, de acuerdo a los resultados obtenidos y a la etapa del cultivo se agregan los nutrientes que requiere. Por lo general el cultivo de pitahaya requiere una alta demanda de los macronutrientes principales N, P, K y Azufre (S). En el primer año los nutrientes pueden ser requeridos en menores cantidades, por su parte a partir del segundo año de haber sido instalado el cultivo los requerimientos nutricionales aumentan en gran medida debido a que las plantas empiezan a producir y necesitan estar bien nutridas (Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias [INIAP], 2020).

### **Métodos de propagación**

**Propagación por semilla sexual.** Zerpa *et al.*, (2019) mencionan que las semillas de cactus propagadas de forma sexual comienzan a perder su viabilidad en el segundo año y las tasas de éxito son más altas en el primer año. Los factores ambientales que influyen de manera directa en la germinación de las semillas de pitahaya son: la luz, la humedad y la temperatura, este último factor es recomendable entre un rango de 25 y 30 °C.

**Propagación por semilla asexual.** El principal método de propagación es la vegetativa, de forma natural a través de la extracción de tallos, esquejes o cladodios, se puede realizar la propagación directamente al campo definitivo o bajo condiciones de vivero, donde se colocan en bolsas con sustrato hasta que se formen nuevas raíces y tallos (Rupay, 2024).

## **CAPÍTULO II: MATERIALES Y MÉTODOS**

### **2.1. Descripción de la investigación**

La presente investigación contó con un diseño completamente al azar (DCA), de carácter experimental, debido a que se evaluó el efecto de tres distintos sustratos como: compost, vermicompost y gallinaza descompuesta, sobre el crecimiento vegetativo y radicular de dos diferentes tamaños de cladodios de *S. megalanthus* en condiciones de vivero, donde los parámetros evaluados fueron el número de brotes, longitud del brote, diámetro de brote y masa radicular. De acuerdo a lo señalado por Hernández y Mendoza (2018), un proyecto de investigación experimental consiste en una investigación que puede realizarse tanto en campo como en laboratorio; adicionalmente, se implementan tratamientos sobre variables dependientes con el objetivo de examinar los efectos o reacciones al estímulo proporcionado. El enfoque fue cuantitativo, dado que se evaluó los resultados obtenidos con respecto a las variables dependientes mediante un análisis estadístico. Según Arias y Covinos (2021), un enfoque cuantitativo se refiere a la obtención de datos cuantificables en escalas de intervalo y razón.

Por su parte, la finalidad de la investigación fue de tipo básica y de alcance descriptivo, ya que se buscó generar conocimiento que sea útil para productores dedicados al cultivo de pitahaya, como también para futuros estudios, puesto que, a nivel local y departamental, el tema de estudio empleando distintos tipos de sustratos en el proceso propagativo de pitahaya, se ha identificado que existen pocas investigaciones lo que dificulta tener una exitosa propagación. Según Arias (2020) las investigaciones de carácter básico tienen como objetivo proporcionar conocimiento para investigaciones futuras; mientras que un alcance descriptivo se basa en describir ya sean fenómenos, propiedades o características del tema en estudio.

### **2.2. Lugar y fecha**

La presente investigación, se desarrolló en el vivero turístico Selva Verde (Apéndices 1 y 2) ubicado en el distrito de Nueva Cajamarca, Provincia de Rioja, región San Martín (UTM 246976.00 m Este, 9337594.00 m Norte, Altitud 845 m s.n.m.), la ejecución experimental

de esta investigación se llevó a cabo del 14 de octubre del 2024 al 11 de febrero del 2025. La ubicación geográfica está representada a través una imagen satelital de Google Earth (Figura 1). Asimismo, los análisis de suelos se realizaron en el laboratorio de suelos del Proyecto Especial Alto Mayo (PEAM), ubicado en la Av. Cajamarca Norte N° 115, Los Olivos IV Etapa, Distrito de Nueva Cajamarca.

## Figura 1

### *Ubicación del vivero turístico Selva Verde*



*Nota.* Elaboración propia a partir de la herramienta Google Earth pro 2024.

### 2.3. Descripción del experimento

Se estructuró el estudio en cuatro fases. En las fases preliminar y experimental se aplicó una metodología única y general para el cumplimiento de los tres objetivos específicos, dado que estas etapas estuvieron centradas en el acondicionamiento del área y la instalación del experimento, sin requerir procedimientos diferenciados por objetivo. En cambio, para la fase de evaluación y recopilación de datos se emplearon metodologías específicas según cada objetivo planteado, las cuales se detallan en los apartados correspondientes. Finalmente, la fase de análisis de laboratorio se llevó a cabo en el laboratorio del Proyecto Especial Alto Mayo (PEAM), donde se describen las técnicas analíticas utilizadas.

### **2.3.1. Fase preliminar**

#### **Acondicionamiento del espacio**

Con base en la metodología propuesta por Alcarazo (2021), se procedió a la instalación de un vivero experimental. En primer lugar, se realizó la limpieza y preparación del terreno utilizando herramientas manuales como machete y palana. Seguidamente, se construyó la estructura del vivero empleando madera rolliza, fijada con clavos y alambre galvanizado de amarre, para lo cual se utilizaron herramientas adecuadas como martillo y alicate. La estructura tuvo dimensiones de 4,70 m de ancho por 2,50 m de largo, alcanzando un área total de 11,75 m<sup>2</sup>. Finalmente, la cobertura del vivero se realizó con una malla raschel de color verde y 50 % de sombra, conforme a las recomendaciones técnicas del autor antes mencionado, con el objetivo de optimizar las condiciones microclimáticas para la adaptación de los cladodios de pitahaya y reducir el estrés por radiación solar directa.

De esta manera se logró las condiciones de temperatura y humedad conforme a los parámetros óptimos descritos por Osuna *et al.* (2016), quienes señalan que el rango ideal para el desarrollo de cladodios de pitahaya se sitúa entre 20 y 25 °C de temperatura y 60-80 % de humedad relativa. Dichas condiciones fueron establecidas con la base de datos de la estación meteorológica Naranjillo (SENAMHI, 2024), que reportaron una temperatura promedio de 24 °C y una humedad relativa promedio del 79 % durante los 120 días de duración de la fase experimental, comprendida entre el 14 de octubre de 2024 y el 11 de febrero de 2025, lo que garantizó un entorno favorable para el desarrollo del experimento.

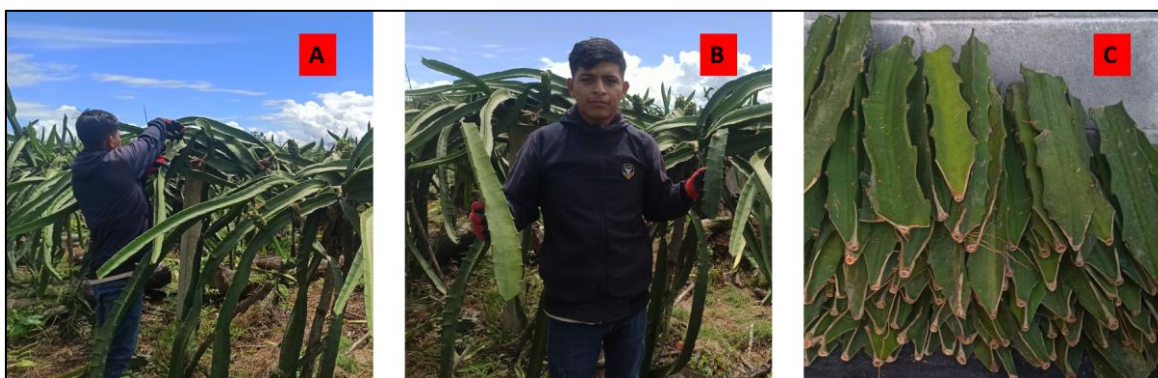
#### **Obtención de los cladodios de pitahaya**

Los cladodios empleados fueron obtenidos de la Asociación de productores agroindustriales frutos de vida – Segunda Jerusalén; de sus parcelas instaladas en el centro poblado Aguas Verdes, distrito Pardo Miguel, provincia de Rioja, departamento San Martín (Apéndices 3 y 4), esta asociación se encuentra constituida con agricultores y profesionales dedicados exclusivamente al cultivo de Pitahaya.

Siguiendo la metodología propuesta por Aguilar (2015), se seleccionaron 60 cladodios de 30 cm y 45 cladodios de 50 cm de longitud, extraídas de la parte media de plantas madres con óptimo estado fitosanitario, sin presencia de botones florales o fructificación (Figura 2). El corte de los cladodios se realizó utilizando tijeras afiladas y desinfectadas con alcohol al 90 %. Posteriormente, los cladodios fueron sometidos a un proceso de curado en un ambiente sombreado, ventilado y con baja humedad relativa, durante un periodo de siete días, con el objetivo de cicatrizar las heridas de corte y prevenir infecciones por hongos fitopatógenos. Todas las actividades de selección y preparación del material vegetativo fueron basadas en la metodología empleada por Montejo (2020), garantizando así la calidad y trazabilidad del material propagativo utilizado.

## Figura 2

*Obtención de cladodios de pitahaya*



*Nota.* Extracción de cladodios (A), cladodios de 30 cm y 50 cm (B), secado de los cortes (C).

## Obtención del compost, vermicompost, gallinaza descompuesta y suelo agrícola

Guiándose de la metodología descrita por Chocaca (2019), se recolectó suelo agrícola a una profundidad de 20 cm en una parcela cercana al vivero experimental, caracterizado por una clase textural franco arenosa, similar al suelo comúnmente utilizado por los productores locales para la propagación de cladodios de pitahaya. El suelo colectado fue transportado al vivero en sacos de polipropileno para conservar sus propiedades físicas y químicas, siendo posteriormente mezclado con los sustratos orgánicos definidos para la investigación.

Respecto a los sustratos orgánicos, se utilizaron 30 kg de compost, 30 kg de vermicompost y 30 kg de gallinaza descompuesta. La selección de estos sustratos (Figura 3) se basó en sus

niveles de materia orgánica, textura y propiedades nutricionales, conforme a los criterios técnicos señalados por Rupay (2024), asegurando su idoneidad para la propagación eficiente de *S. megalanthus* en vivero.

### Figura 3

*Sustratos empleados en la investigación*



Nota. Compost (A), Vermicompost (B) y Gallinaza descompuesta (C).

#### 2.3.2. Fase experimental

##### Preparación de sustratos y desinfección

La preparación de los sustratos se realizó basándose en la metodología empleada por Chocaca (2019), estableciéndose las proporciones respectivas de cada tratamiento, según se detalla en la (Tabla 2).

**Tabla 2**

*Tipos de sustratos*

<b>Tipo de sustratos</b>	<b>Combinación de sustratos</b>	<b>Proporción de sustratos</b>	<b>Porcentaje (%)</b>
Suelo agrícola	Solo Suelo agrícola	1	100
Compost	Suelo agrícola + compost	1:1	50
Vermicompost	Suelo agrícola + vermicompost	1:1	50
Gallinaza descompuesta	Suelo agrícola + gallinaza descompuesta	1:1	50

La mezcla de los sustratos se efectuó directamente en el vivero experimental, sobre una superficie cubierta con plástico de polietileno azul, para evitar pérdidas de material o contaminación con agentes patógenos (Figura 4). El suelo + sustrato fue mezclando manualmente cada sustrato durante aproximadamente 15 minutos, garantizando una integración homogénea y manteniendo la separación entre los tratamientos para evitar interferencias cruzadas.

**Figura 4**

*Preparación de sustratos*



*Nota.* Mezclado de sustratos de manera homogénea.

Previo al llenado de las bolsas, se realizó la desinfección de los sustratos siguiendo el procedimiento descrito por Silva *et al.* (2020), utilizando un producto biológico con acción fungicida y bactericida. El insumo empleado fue Kasumin®, aplicado a una dosis de 2,5 ml/l de agua, conforme a la recomendación técnica de Farmagro (Apéndice 5). Para cada tratamiento se prepararon 2 litros de solución, la cual fue aplicada uniformemente sobre los sustratos mediante una mochila de fumigación de 20 litros, con el objetivo de eliminar posibles agentes fitopatógenos y asegurar condiciones óptimas para la propagación asexual de los cladodios de *S. megalanthus*.

### Llenado de plantones y trasplante de los cladodios

Una vez realizadas las mezclas y la desinfección del sustrato, se utilizó la metodología empleada por Rodríguez (2019) donde se procedió a llenar los sustratos en bolsas de polietileno exclusivas para plantones cuyas medidas fueron de 8 x 10 pulgadas con una capacidad de 2 kg. Una vez llenadas las bolsas se procedió al trasplante de los cladodios en las bolsas a una profundidad de 5 cm, donde correspondió un cladodio por cada bolsa en sus respectivos sustratos, con la orientación de las yemas de los cladodios hacia arriba (Figura 5).

### Figura 5

#### *Trasplante de cladodios*



*Nota.* Trasplante de un cladodio por cada bolsa.

## Riego

Para esta labor se siguió la metodología empleada por Tuanama (2020), considerando que los cladodios demandan de mucha humedad en un comienzo para emitir sus raíces; los riegos se realizaron de manera periódica dos veces por semana un volumen de dos litros por tratamiento con una regadora manual, durante el periodo que duró la evaluación de los cladodios en vivero (Figura 6).

## Figura 6

### *Riego de los cladodios*



*Nota.* Riego de los cladodios.

## Control de maleza

Se siguió la metodología empleada por Aguilar (2015) donde se realizó el control de malezas cada cuatro semanas mediante deshierbe manual, con el objetivo de reducir la competencia por luz, nutrientes y espacio entre las arvenses y las plántulas. Durante el monitoreo se identificaron especies de malezas como *Amaranthus* spp, *Impatiens parviflora* y *Eleusine indica*, las cuales presentan un alto índice de competencia. Estas especies pueden afectar negativamente el desarrollo de los cladodios de pitahaya al reducir la disponibilidad de nutrientes y aireación, llegando a limitar el crecimiento de los cladodios, generando un retraso en el establecimiento.

### 2.3.3. Recolección de datos

La recolección de datos se realizó al finalizar el periodo experimental (120 días), evaluando cuatro variables: altura de brote, diámetro de brote, número de brotes y masa radicular. Las técnicas empleadas para cada medición se basaron en metodologías previamente validadas y adaptadas al presente estudio. Asimismo, la recolección de datos se realizó alineado a cada objetivo específico.

**Altura de brote.** Se siguió la metodología empleada por Alcarazo (2021); se midió la altura del brote principal de cada plantón, 120 días después del transplante, para ello se utilizó una cinta métrica. Para el análisis, se seleccionaron al azar tres plantones por cada repetición de los tratamientos, debido a que esta muestra permite representar de forma adecuada la variabilidad de la repetición sin comprometer la confiabilidad de los resultados (Figura 7).

#### Figura 7

*Altura de brote*



*Nota.* La longitud fue medida con una cinta métrica y fue expresada en cm.

**Diámetro de brote.** Se siguió los procedimientos descritos por Tuanama (2020); empleando un vernier se midió el diámetro del brote de mayor altura de cada plantón, realizado al finalizar la investigación (120 días). Además, se aclara que solo se midieron las plántulas de tres plantones seleccionados al azar por cada repetición de los tratamientos (Figura 8).

## Figura 8

### *Medición del diámetro del brote*



*Nota.* Medición del diámetro del brote.

**Número de brotes.** se utilizó la metodología realizada por Montejó (2020), donde se contabilizó al terminar el experimento (120 días) todos los brotes presentes en cada cladodio tomado al azar para su evaluación de tres plantones por cada repetición de los tratamientos, se realizó la evaluación mediante un conteo directo (Figura 9).

## Figura 9

### *Número de brotes*



*Nota.* El número de brotes fueron contabilizados y expresados en unidad.

**Masa radicular.** Para evaluar este parámetro se siguió la metodología empleada por Aguilar (2015); se eligió al azar seis cladodios por cada tratamiento, es decir, dos cladodios por cada repetición realizada, al terminar el experimento (120 días); se trasladó los cladodios al laboratorio de ciencias básicas 2 de la Universidad Católica Sedes Sapientiae (UCSS) – Nueva Cajamarca donde se realizó un lavado radicular a cada cladodio y se procedió a pesar la masa radicular en una balanza de precisión (Figura 10).

### **Figura 10**

*Pesado de la masa radicular(g)*



#### **2.3.4. Fase de laboratorio**

##### **Análisis fisicoquímicos de los sustratos**

Antes del inicio de la fase experimental, se realizó el análisis físico-químico de los sustratos utilizados en cada tratamiento. Para ello, se seleccionó una muestra representativa de 1 kg de sustrato por tratamiento, correspondiente a la mezcla homogénea previamente elaborada, las cuales fueron enviadas al Laboratorio de Suelos del Proyecto Especial Alto Mayo. En dicho laboratorio, se siguió la metodología sugerida por Bazán (2017) y se determinaron las siguientes propiedades:

**pH.** Determinado con un potenciómetro digital marca Hanna Instruments, modelo HI98103, con un rango de medición de 0 a 14.

**Humedad.** Determinada por el método gravimétrico, mediante secado en estufa, secando la muestra en estufa a 105 °C hasta peso constante.

**Conductividad eléctrica (CE).** Analizado mediante método del conductivímetro en extracto de saturación (relación suelo:agua).

**Nitrógeno total (N).** Cuantificado mediante el método de Kjeldahl utilizando ácido sulfúrico concentrado en presencia de catalizadores, seguida por procesos de destilación y titulación para cuantificar el contenido total de nitrógeno en la muestra.

**Fósforo disponible (P).** Determinado por el método de Olsen utilizando bicarbonato de sodio como agente y lectura por espectrofotometría.

**Potasio (K).** Determinado por el método de Turbidimetría que consiste en medir las partículas suspendidas en una solución, que se relaciona con la concentración de potasio extraído del suelo.

**Calcio (Ca).** Analizado mediante el método Versenato EDTA que se utiliza para determinar la concentración de ciertos iones metálicos en una solución.

**Magnesio (Mg).** Analizado mediante el método Versenato EDTA utilizado para determinar la concentración de ciertos iones metálicos en una solución.

**Sodio (Na).** Medido empleando el método por fotometría de llama con equipo marca Jenway, modelo PFP7.

**Materia orgánica.** Determinada mediante el método de Walkley-Black, el cual consiste en la oxidación de la materia orgánica con dicromato de potasio en medio ácido y posterior valoración.

## 2.4. Tratamientos

Este presente experimento tuvo seis tratamientos que consistieron en tres distintas sustratos acompañados de suelo agrícola y su interacción con diferentes tamaños de cladodios de pitahaya, asimismo, contó con un tratamiento testigo (Tabla 3).

**Tabla 3**

*Tratamientos de la investigación*

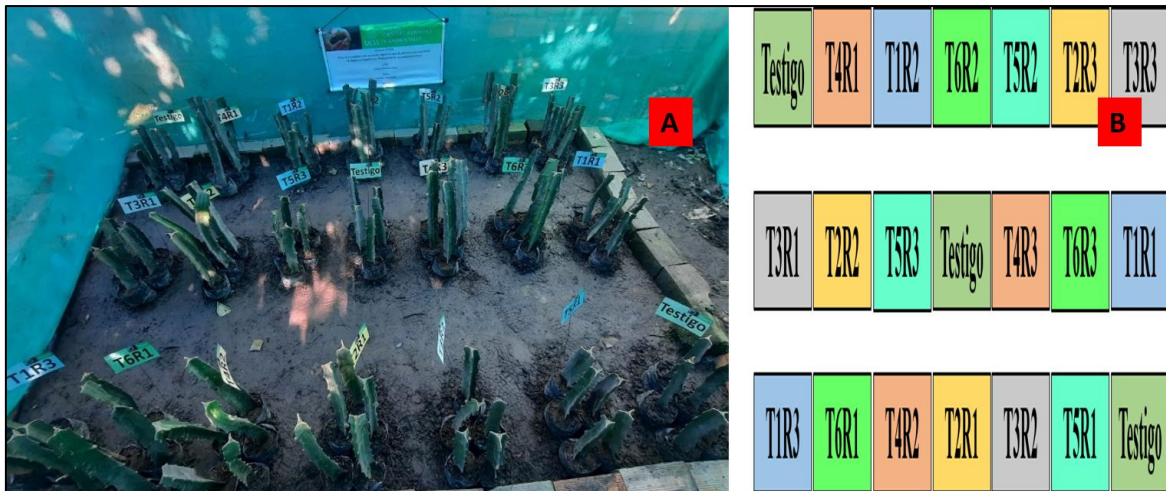
<b>Tratamiento</b>	<b>Tipo de sustrato</b>	<b>Tamaño de cladodio (cm)</b>
T0	Suelo agrícola	30
T1	Compost	30
T2	Compost	50
T3	Vermicompost	30
T4	Vermicompost	50
T5	Gallinaza descompuesta	30
T6	Gallinaza descompuesta	50

## 2.5. Unidades experimentales

La unidad experimental, estuvo conformado por seis tratamientos y un testigo, cada tratamiento contó con tres repeticiones, dando un total de 21 unidades experimentales; a su vez cada unidad experimental contó con cinco plántones de *S. megalanthus*. De ese modo se llegó a un total de 105 plántones para toda la investigación (Figura 11).

## Figura 11

### Distribución de las unidades experimentales



Nota. Las unidades experimentales se distribuyeron en siete columnas y tres filas (A). T significa tratamiento y R significa repetición (B).

### 2.6. Identificación de las variables y su mensuración

Los parámetros evaluados fueron: altura de brote, diámetro de brote, número de brotes y masa radicular.

- **Variable dependiente.** Altura de brote, diámetro de brote, número de brotes y masa radicular.
- **Variable independiente.** Dosis de compost, vermicompost y gallinaza descompuesta en el sustrato.

A continuación, se muestra la Tabla 4 de operacionalización de variables donde se da a conocer las variables de estudio, escala de medición y método mediante el cual se llevó a cabo el desarrollo de la presente investigación.

**Tabla 4***Identificación de variables y su mensuración*

<b>Variables</b>	<b>Escala de medición</b>	<b>Método</b>
Altura de brote	cm	Se midió el brote más alto, se midieron los brotes de tres plántones seleccionados al azar por cada repetición, la evaluación se realizó al finalizar la investigación.
Diámetro de brote	cm	Se midió el diámetro del brote más alto, se consideraron tres plántones elegidos al azar por cada repetición, la evaluación se realizó culminada la investigación.
Número de brotes	Unidad	Se contabilizó la cantidad de brotes, se realizó el conteo de tres plántones seleccionados al azar por cada repetición, la evaluación se realizó al finalizar la investigación.
Masa radicular	g	Por cada repetición se consideraron dos plántones al azar, se realizó el peso de la masa radicular al finalizar la investigación.

**2.6.1. Medidas biométricas**

Según lo indicado por Oré *et al.* (2022) dentro de los indicadores morfológicos más relevantes en las plantas se consideran parámetros como la cantidad de brotes, la altura y diámetro de planta. En este estudio se evaluaron la altura, número y diámetro de los brotes.

**Altura de brote**

Para esta variable se utilizó una cinta métrica de dos metros para realizar la medición, tomando como referencia la distancia desde la base del brote hasta su extremo superior. Los resultados se registraron en centímetros (cm) (Apéndice 6).

**Diámetro de brote**

Se midió empleando un vernier a una altura de tres centímetros desde la base de la plántula. La unidad de medida fue expresada en centímetros (cm) (Apéndice 7).

## Número de brotes

El número de brotes fue medido al final del tiempo de evaluación de la investigación que duró 120 días. La unidad de medida será expresada en unidades (unid) (Apéndice 8).

## Masa radicular

La masa radicular fue pesada en una balanza el volumen de la raíz del cladodio a los 120 días de evaluación; la unidad de medida fue expresada en gramos (g) (Apéndice 9).

### 2.6.2. Propiedades fisicoquímicas de los sustratos

El análisis fisicoquímico de los sustratos fue realizado en el laboratorio de suelos del PEAM, donde se utilizaron los procedimientos que se muestran en la Tabla 5. Adicionalmente, en el Apéndice 10 se presentan los hallazgos derivados del estudio de los sustratos.

**Tabla 5**

*Técnicas de mensuración de los parámetros fisicoquímicos de los sustratos*

<b>Propiedades fisicoquímicas</b>	<b>Técnica</b>	<b>Unidad de medida</b>
pH	Potenciómetro	Escala de 0 a 14
Textura	Método del hidrómetro	Clase textural
Humedad	Método gravimétrico	Porcentaje
Materia orgánica	Walkley y Black	$\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$
Fósforo	Olsen	$\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$
Nitrógeno	Kjeldahl	$\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$
Potasio	Turbidimetría	$\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$
Capacidad de intercambio catiónico	Método del acetato de amonio 1 N a pH 7.0 y destilación del amonio	$\text{cmol}(+)\cdot\text{kg}^{-1}$
Calcio	Versenato EDTA	$\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$
Magnesio	Versenato EDTA	$\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$
Sodio	Fotometría de llama	$\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$

*Nota.* Parámetros sugeridos por Bazán, T. R. (2017). Manual de procedimientos de los análisis de suelos y agua con fines de riego.

## 2.7. Diseño estadístico del experimento

El diseño experimental fue un diseño completamente al azar (DCA), con un modelo aditivo lineal representado de la siguiente manera.

$$Y_{ij} = \mu + T_i + \xi_{ij}$$

Donde:

$Y_{ij}$  : Son los registros de los parámetros evaluados en cada tratamiento.

$\mu$  : Es la media general.

$T_i$ : Es el efecto de la  $i$  - ésimo tratamiento (0,1,2,3,4,5,6 sustratos).

$\xi_{ij}$ : Es el efecto aleatorio del error experimental.

## 2.8. Análisis estadísticos de datos

Los datos recolectados fueron procesados utilizando InfoStat (versión 2020). Se consideró un nivel de significancia de  $\alpha = 0,05$  para determinar diferencias estadísticas significativas. Antes de realizar el análisis principal, se verificaron los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianzas mediante las pruebas de Shapiro-Wilk y Levene, respectivamente. Posteriormente, se aplicó un análisis de varianza (ANOVA) para evaluar el efecto de los sustratos (suelo agrícola, compost, vermicompost y gallinaza descompuesta) y el tamaño de cladodio de (30 cm y 50 cm) sobre el desarrollo vegetativo y radicular de *S. megalanthus*, se utilizó la prueba de Duncan para identificar los tratamientos que mostraron mayores diferencias. Los resultados se reportaron como medias  $\pm$  desviación estándar y se representaron gráficamente para facilitar la comparación.

## 2.9. Materiales y equipos

Los materiales, equipos e insumos empleados en la presente investigación fueron los siguientes (Tabla 6).

**Tabla 6***Materiales, equipos e insumos usados*

<b>Material</b>	<b>Descripción</b>
Alambre dulce N° 12	Se usó un kg para el armado del vivero
Alicate	Una unidad para el armado del vivero
Balanza	Se usó una para pesar los sustratos
Bolsas de polietileno 8 x 10	Se usó 105 unidades para la siembra de los cladodios
Cartulina duplex	Se para imprimir los diseños de las 21 unidades experimentales
Cinta métrica	Se usó una cinta de 200 cm para medir el parámetro de altura de brote
Chemmer	Se usó para pegar los diseños de las unidades experimentales sobre el soporte
Gramera	Se usó una unidad para pesar la masa radicular
Malla raschel 50 %	Se usó 20 metros para la cubierta del vivero
Materiales de escritorio (libreta de apuntes, lapicero)	Se usó una libreta de apuntes, un lapicero para registrar los datos.
Palana	Se usó una unidad para nivelar el suelo
Piseta	Se usó una unidad para el lavado radicular
Regadora	Se usó para el riego de los plantones
Vernier	Se usó para la medición del parámetro de diámetro del brote
<b>Equipo</b>	<b>Descripción</b>
Celular Samsung A51	Se utilizó una unidad para la toma de fotos
Laptop Lenovo Core i5 año 2024	Se utilizó una unidad para redactar el informe de tesis
<b>Insumos</b>	<b>Descripción</b>
Cladodios	Se utilizó 105 unidades para la investigación
Compost	Se utilizó 30 kg para la preparación de los sustratos
Gallinaza descompuesta	Se utilizó 30 kg para la preparación de los sustratos
Suelo agrícola	Se utilizó 120 kg para la preparación de los sustratos
Vermicompost	Se utilizó 30 kg para la preparación de los sustratos

## CAPÍTULO III: RESULTADOS

### 3.1. Determinar el tipo de sustrato más efectivo para promover el crecimiento vegetativo de *S. megalanthus* en condiciones de vivero

#### 3.1.1. Altura de brote

Antes del análisis de varianza, se verificó el cumplimiento de los supuestos estadísticos mediante la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk y la prueba de homogeneidad de varianzas de Levene, cuyos resultados de normalidad se presentan en la (Apéndice 11). De acuerdo al  $p$ -valor (0,9472) obtenido de la prueba de normalidad, el cual es superior al nivel de significancia de  $\alpha = 0,05$ . Por ende, se obtuvo suficiente evidencia estadística para aceptar la hipótesis nula y concluir que los errores se distribuyen normalmente. Asimismo, para el supuesto de homogeneidad se llevó a cabo la prueba de Levene (Tabla 7).

**Tabla 7**

*Prueba de homogeneidad de varianza Levene para altura de brote (cm)*

<b>Factor de Variación</b>	<b>Suma de Cuadrados</b>	<b>Grados de libertad</b>	<b>Cuadrado medio</b>	<b>Valor de F</b>	<b>p-valor</b>
Modelo	3,19	6	0,53	1,56	0,2298
Tratamiento	3,19	6	0,53	1,56	0,2298
Error	4,76	14	0,34		
Total	7,95	20			

*Nota.* Prueba realizada en el software InfoStat 2020. N= 21; R<sup>2</sup>=0,40; R<sup>2</sup> Aj= 0,14 y CV= 72,53 %.

Se observó un  $p$ -valor de (0,2298), superior al nivel de significancia de (0,05). En consecuencia, no se rechaza la hipótesis nula, lo que indica que las varianzas son homogéneas.

En el Apéndice 6, se presentan los datos correspondientes a la altura del brote de los cladodios de *S. megalanthus* a los 120 días después de la siembra. Estos resultados logrados fueron sometidos a un análisis de varianza ANOVA, en el cual se obtuvo un  $p$ -valor de 0,0001, lo que indica que existieron diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos (Tabla 8).

**Tabla 8***Análisis de varianza de los promedios de la altura de brote (cm)*

<b>Factor de Variación</b>	<b>Suma de Cuadrados</b>	<b>Grados de libertad</b>	<b>Cuadrado medio</b>	<b>Valor de F</b>	<b>p-valor</b>
Modelo	8561,50	6	1426,92	927,81	<0,0001
Tratamiento	8561,50	6	1426,92	927,81	<0,0001
Error	21,53	14	1,54		
Total	8583,03	20			

*Nota.* Prueba realizada en el software InfoStat 2020. N= 21; R<sup>2</sup>=1,00; R<sup>2</sup> Aj= 1,00 y CV= 1,54 %.

Luego de verificar los supuestos del análisis de varianza y verificado con las pruebas estadísticas formales que, si cumplen, se llevó a cabo la prueba de Duncan para la comparación de medias (Tabla 9).

**Tabla 9***Prueba de Duncan para la altura de brote (cm)*

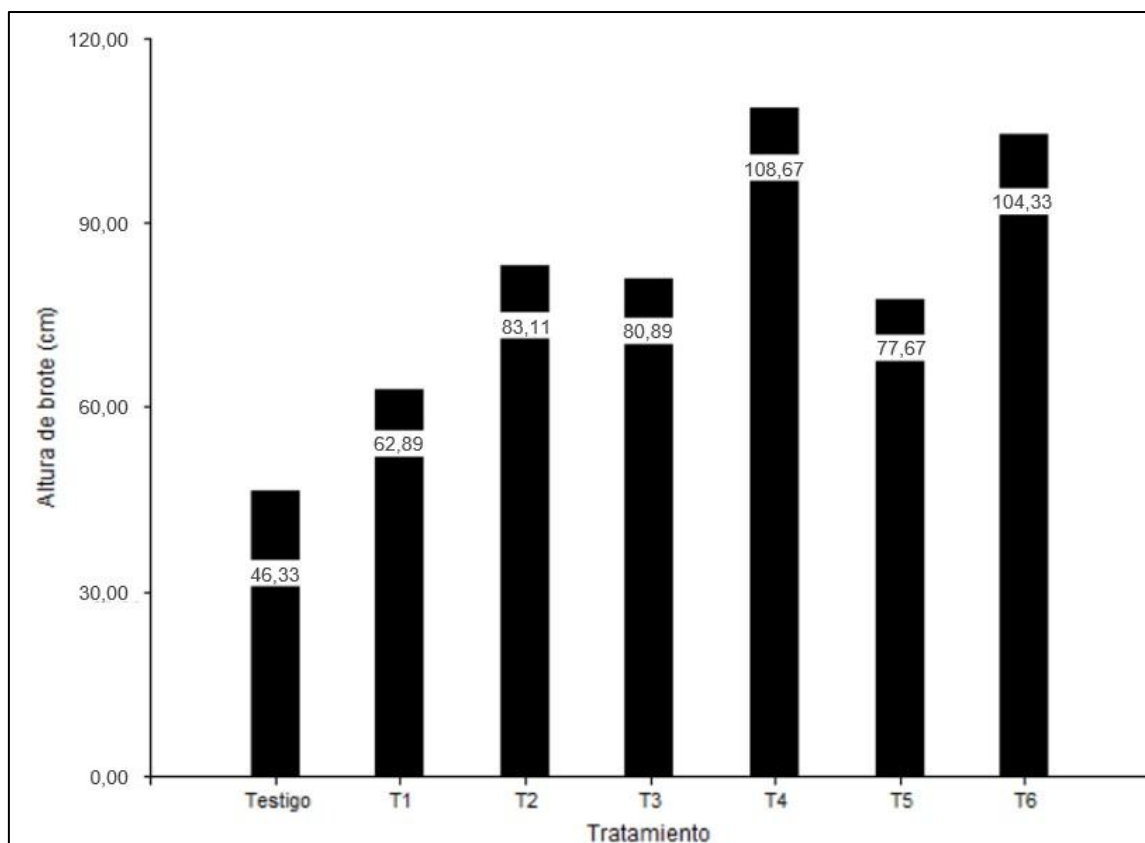
<b>Tratamiento</b>	<b>Medias</b>	<b>n</b>	<b>E.E.</b>	<b>Comparación de tratamientos</b>
Testigo	46,33	3	0,72	A
T1	62,89	3	0,72	B
T5	77,67	3	0,72	C
T3	80,89	3	0,72	C
T2	83,11	3	0,72	E
T6	104,33	3	0,72	F
T4	108,67	3	0,72	G

*Nota.* Promedios con letras distintas en sentido vertical indican diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos, según la prueba de Duncan ( $p < 0,05$ ).

Según la prueba Duncan con un nivel de significancia de 5 %, se muestra que existen variaciones significativamente diferentes entre las medias del testigo y los diferentes tratamientos; donde se observa que el tratamiento T4 alcanzó la mayor altura de brote (108,67 cm). La variación de los promedios de la altura de los brotes entre tratamientos se refleja en la Figura 12.

**Figura 12**

*Gráfico de barras de los promedios de la altura de los brotes de *S. megalanthus* a los 120 días de siembra*



Nota. Gráfica realizada a través del software InfoStat 2020.

### **3.1.2. Diámetro del brote**

Antes del análisis de varianza de la variable diámetro del brote, se verificó el cumplimiento de los supuestos estadísticos mediante la prueba de normalidad y la homogeneidad de varianzas. En el caso de la normalidad, se utilizó la prueba de Shapiro-Wilk (Apéndice 12). De acuerdo al  $p$ -valor (0,6296) obtenido de la prueba de normalidad, el cual es superior al nivel de significancia de (0,05). Por lo tanto, se obtuvo suficiente evidencia estadística para aceptar la hipótesis nula y concluir que los errores están distribuidos normalmente. Asimismo, para el supuesto de homogeneidad se llevó a cabo la prueba estadística de Levene (Tabla 10).

**Tabla 10***Prueba de homogeneidad de varianza Levene para diámetro de brote (cm)*

<b>Factor de Variación</b>	<b>Suma de Cuadrados</b>	<b>Grados de libertad</b>	<b>Cuadrado medio</b>	<b>Valor de F</b>	<b>p-valor</b>
Modelo	0,03	6	4,4E-03	2,21	0,1043
Tratamiento	0,03	6	4,4E-03	2,21	0,1043
Error	0,03	14	2,0E-03		
Total	0,03	20			

*Nota.* Prueba realizada en el software InfoStat 2020. N= 21; R<sup>2</sup> =0,49; R<sup>2</sup> Aj= 0,27 y CV= 65,46 %.

Se evidenció que el *p*-valor (0,1043) superó el nivel de significancia (0,05), en base a ello se obtuvo suficiente evidencia estadística para aceptar la hipótesis nula, lo que indica que las varianzas son homogéneas.

En el Apéndice 7, se presentan los datos correspondientes al diámetro del brote de los cladodios de *S. megalanthus* evaluados a los 120 días después de la siembra. Estos resultados logrados fueron sometidos a un análisis de varianza ANOVA, en el cual se obtuvo un *p*-valor de 0,0001, es decir, menor al 0,05, lo que indicó que existen diferencias significativamente diferentes entre los promedios del diámetro de brote de los siete tratamientos evaluados (Tabla 11).

**Tabla 11***Análisis de varianza de los promedios del diámetro de brote (cm)*

<b>Factor de Variación</b>	<b>Suma de Cuadrados</b>	<b>Grados de libertad</b>	<b>Cuadrado medio</b>	<b>Valor de F</b>	<b>p-valor</b>
Modelo	2,55	6	0,43	39,47	<0,0001
Tratamiento	2,55	6	0,43	39,47	<0,0001
Error	0,15	14	0,01		
Total	2,70	20			

*Nota.* Prueba realizada en el software InfoStat 2020. N= 21; R<sup>2</sup> = 0,94; R<sup>2</sup> Aj= 0,92 y CV= 2,68 %.

Luego de verificar los supuestos del análisis de varianza y verificado con las pruebas formales que, si cumplen, se llevó a cabo la prueba de Duncan para la comparación de medias (Tabla 12).

**Tabla 12***Prueba de Duncan para el diámetro de brote (cm)*

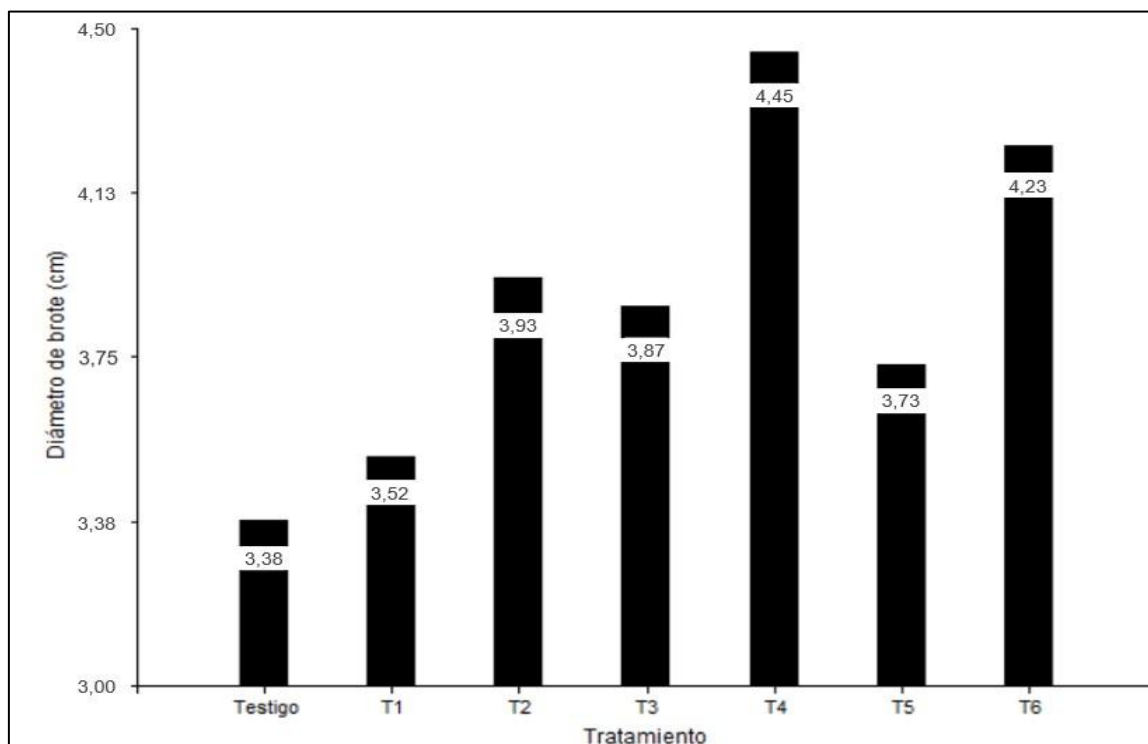
Tratamiento	Medias	n	E.E.	Comparación de tratamientos		
Testigo	3,38	3	0,06	A		
T1	3,52	3	0,06	A		
T5	3,73	3	0,06		B	
T3	3,87	3	0,06		B	C
T2	3,93	3	0,06			C
T6	4,23	3	0,06			D
T4	4,45	3	0,06			E

*Nota.* Promedios con letras distintas en sentido vertical indican diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos, según la prueba de Duncan ( $p < 0,05$ ).

Según la prueba Duncan con un nivel de significancia de 5 %, se evidencia que existen variaciones significativamente diferentes en la comparación de tratamientos; donde se observa que el tratamiento T4 alcanzó el mayor diámetro de brote (4,45 cm). La variación de los promedios del diámetro de los brotes entre tratamientos se refleja en la Figura 13.

**Figura 13**

*Gráfico de barras de los promedios del diámetro de los brotes de S. megalanthus a los 120 días de siembra*



*Nota.* Grafica realizada a través del software InfoStat 2020.

### 3.2. Identificar el tipo de sustrato más efectivo para promover la generación de brotes de *S. megalanthus* en condiciones de vivero

#### 3.2.1. Número de brotes

Antes del análisis de varianza, se verificó el cumplimiento de los supuestos estadísticos mediante la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk y la prueba de homogeneidad de varianzas de Levene, cuyos resultados de normalidad se presentan en la (Apéndice 13). Según el  $p$ -valor (0,1712) obtenido de la prueba de normalidad, el cual se evidenció que es superior al nivel de significancia de ( $\alpha = 0,05$ ). Por lo tanto, no se obtuvo suficiente evidencia estadística para rechazar la hipótesis nula y concluir que los errores están distribuidos normalmente. Asimismo, para el supuesto de homogeneidad se llevó a cabo la prueba estadística de Levene (Tabla 13).

**Tabla 13**

*Prueba de homogeneidad de varianza Levene para número de brotes (ud)*

<b>Factor de Variación</b>	<b>Suma de Cuadrados</b>	<b>Grados de libertad</b>	<b>Cuadrado medio</b>	<b>Valor de F</b>	<b><math>p</math>-valor</b>
Modelo	0,02	6	4,0E-03	0,30	0,9270
Tratamiento	0,02	6	4,0E-03	0,30	0,9270
Error	0,19	14	0,01		
Total	0,21	20			

*Nota.* Prueba realizada en el software InfoStat 2020. N= 21;  $R^2 = 0,11$ ;  $R^2_{Aj} = 0,00$  y CV= 68,39 %.

Se evidenció que el  $p$ -valor (0,9270) superó el nivel de significancia (0,05), en base a ello no se obtuvo suficiente evidencia estadística para rechazar la hipótesis nula, lo que indica que las varianzas son homogéneas.

En el Apéndice 8, se presentan los datos correspondientes al número de brotes de los cladodios de *S. megalanthus* evaluados a los 120 días después de la siembra. Estos resultados logrados fueron sometidos a un análisis de varianza, en el cual se obtuvo un  $p$ -valor de 0,0034, es decir, menor al 0,05, lo que indicó que existen diferencias significativamente diferentes entre los promedios del número de brotes de los siete tratamientos evaluados (Tabla 14).

**Tabla 14***Análisis de varianza de los promedios del número de brotes (ud)*

<b>Factor de Variación</b>	<b>Suma de Cuadrados</b>	<b>Grados de libertad</b>	<b>Cuadrado medio</b>	<b>Valor de F</b>	<b>p-valor</b>
Modelo	1,98	6	0,33	5,72	<0,0034
Tratamiento	1,98	6	0,33	5,72	<0,0034
Error	0,81	14	0,06		
Total	2,79	20			

*Nota.* Prueba realizada en el software InfoStat 2020. N= 21; R<sup>2</sup> = 0,71; R<sup>2</sup> Aj= 0,59 y CV= 13,18 %.

Luego de verificar los supuestos del análisis de varianza y haber comprobado con las pruebas formales que sí cumplen, se llevó a cabo la prueba de Duncan para la comparación de medias (Tabla 15).

**Tabla 15***Prueba de Duncan para el número de brotes (ud)*

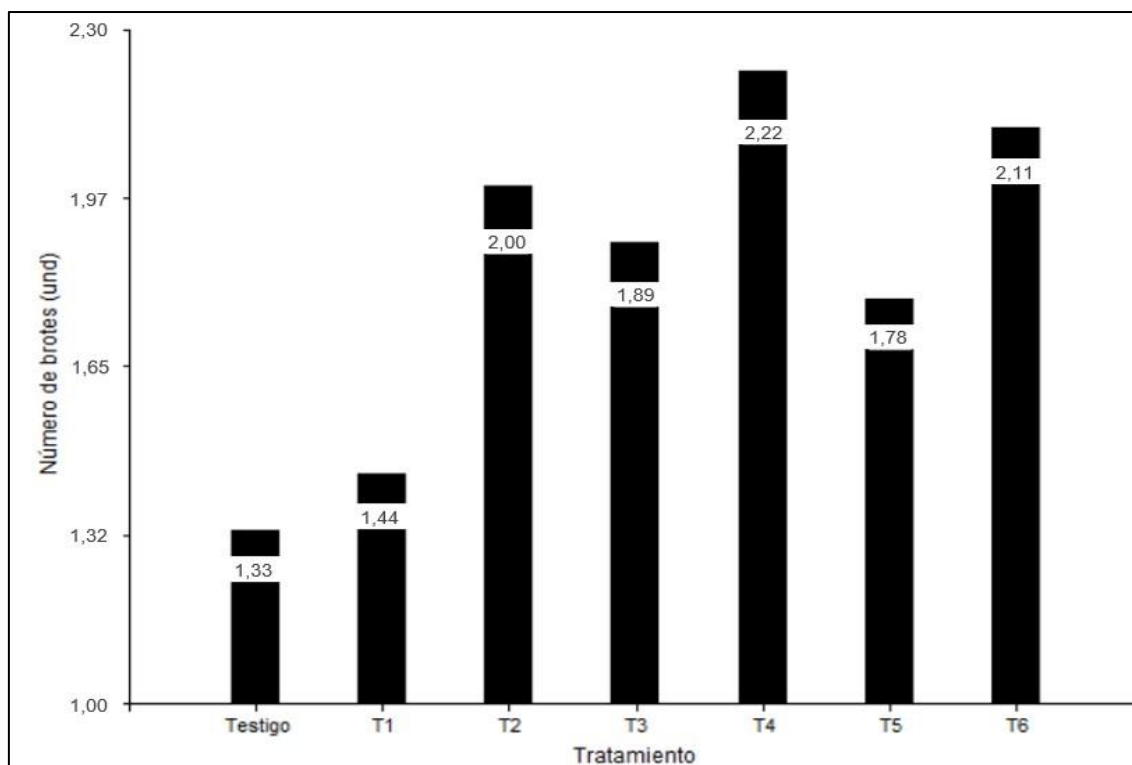
<b>Tratamiento</b>	<b>Medias</b>	<b>n</b>	<b>E.E.</b>	<b>Comparación de tratamientos</b>		
Testigo	1,33	3	0,14	A		
T1	1,44	3	0,14	A	B	
T5	1,78	3	0,14		B	C
T3	1,89	3	0,14			C
T2	2,00	3	0,14			C
T6	2,11	3	0,14			C
T4	2,22	3	0,14			C

*Nota.* Promedios con letras distintas en sentido vertical indican diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos, según la prueba de Duncan ( $p < 0,05$ ).

Según la prueba Duncan con un nivel de significancia de 5 %, se muestra que existe variaciones significativamente diferentes en la comparación de tratamientos; donde se observa que los tratamientos que generaron mayor número de brotes fueron el T4, T6, T2, T3 y T5 con 2,22; 2,11; 2; 1,89 y 1,78 unidades respectivamente. La variación de los promedios del número de brotes entre tratamientos se refleja en la Figura 14.

**Figura 14**

Gráfico de barras de los promedios del número de brotes de *S. megalanthus* a los 120 días de siembra



Nota. Grafica realizada a través del software InfoStat 2020.

### 3.3. Determinar el tipo de sustrato más efectivo para promover el crecimiento radicular de *S. megalanthus* en condiciones de vivero

#### 3.3.1. Masa radicular

Antes del análisis de varianza de la variable masa radicular, se verificó el cumplimiento de los supuestos estadísticos mediante la prueba de normalidad y la homogeneidad de varianzas. En el caso de la normalidad, se utilizó la prueba de Shapiro-Wilk (Apéndice 14). De acuerdo al  $p$ -valor (0,8758) obtenido de la prueba formal del supuesto de normalidad, el cual es superior al nivel de significancia de (0,05). Por consiguiente, no se obtuvo suficiente evidencia estadística para rechazar la hipótesis nula y concluir que los errores se distribuyen normalmente. Asimismo, para el supuesto de homogeneidad se llevó a cabo la prueba de Levene (Tabla 16).

**Tabla 16***Prueba de homogeneidad de varianza Levene para la masa radicular (g)*

<b>Factor de Variación</b>	<b>Suma de Cuadrados</b>	<b>Grados de libertad</b>	<b>Cuadrado medio</b>	<b>Valor de F</b>	<b>p-valor</b>
Modelo	1,19	6	0,20	1,46	0,2625
Tratamiento	1,19	6	0,20	1,46	0,2625
Error	1,91	14	0,14		
Total	3,10	20			

*Nota.* Prueba realizada en el software InfoStat 2020. N= 21; R<sup>2</sup> =0,38; R<sup>2</sup> Aj= 0,12 y CV= 72,43 %.

Se evidenció que el *p*-valor (0,2625) superó el nivel de significancia (0,05), en base a ello no se obtuvo suficiente evidencia estadística para rechazar la hipótesis nula, lo que indica que las varianzas son homogéneas.

En el Apéndice 9, se presentan los datos correspondientes a la masa radicular de los cladodios de *S. megalanthus* evaluados a los 120 días después de la siembra. Estos resultados logrados fueron sometidos ANOVA, en el cual se obtuvo un *p*-valor de 0,0001, es decir, menor al 0,05, lo que indicó que debe ser estadísticamente significativas entre los promedios de la masa radicular de los siete tratamientos evaluados (Tabla 17).

**Tabla 17***Análisis de varianza de los promedios de la masa radicular (g)*

<b>Factor de Variación</b>	<b>Suma de Cuadrados</b>	<b>Grados de libertad</b>	<b>Cuadrado medio</b>	<b>Valor de F</b>	<b>p-valor</b>
Modelo	217,00	6	36,17	59,16	<0,0001
Tratamiento	217,00	6	36,17	59,16	<0,0001
Error	8,56	14	0,61		
Total	225,56	20			

*Nota.* Prueba realizada en el software InfoStat 2020. N= 21; R<sup>2</sup> = 0,96; R<sup>2</sup> Aj= 0,95 y CV= 7,19 %.

Luego de verificar los supuestos del análisis de varianza y verificado con las pruebas formales que, si cumplen, se llevó a cabo la prueba de Duncan con un nivel de significancia de 5 % para la comparación de medias (Tabla 18).

**Tabla 18***Prueba de Duncan para la masa radicular (g)*

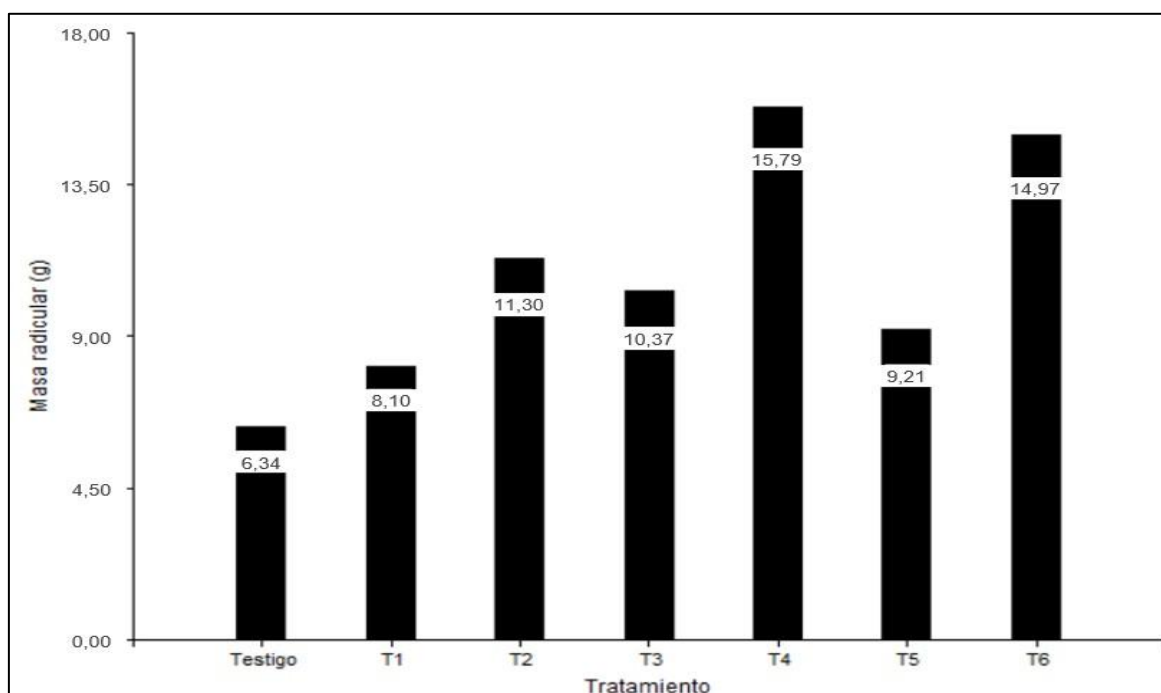
Tratamiento	Medias	n	E.E.	Comparación de tratamientos		
Testigo	6,34	3	0,45	A		
T1	8,10	3	0,45	B		
T5	9,21	3	0,45	B	C	D
T3	10,37	3	0,45		C	D
T2	11,30	3	0,45			D
T6	14,97	3	0,45			E
T4	15,79	3	0,45			E

*Nota.* Promedios con letras distintas en sentido vertical indican diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos, según la prueba de Duncan ( $p < 0,05$ ).

Según la prueba Duncan con un nivel de significancia de 5 %, se evidencia que existen variaciones significativamente diferentes en la comparación de tratamientos; donde se observa que el tratamiento T4 y T6 alcanzó la mayor masa radicular con 15,79 y 14,97 gramos respectivamente. La variación de los promedios de la masa radicular entre tratamientos se refleja en la Figura 15.

**Figura 15**

*Gráfico de barras de la masa radicular promedio de S. megalanthus a los 120 días de siembra*



*Nota.* Gráfica realizada a través del software InfoStat 2020.

## CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN

### 4.1. Determinar el tipo de sustrato más efectivo para promover el crecimiento vegetativo de *S. megalanthus* en condiciones de vivero

#### 4.1.1. Altura de brote

Los resultados obtenidos muestran diferencias estadísticas significativas entre tratamientos (Tabla 10), destacando el T4 como el de mayor altura de brote. Estos resultados superan ampliamente los obtenidos por Rupay (2024), quien señala que el tamaño del cladodio influye positivamente en la longitud del brote, ya que un mayor tamaño aporta más carbohidratos y agua, con la cual se genera mayor rapidez en la generación de brotes. En nuestra investigación, los tratamientos T4, T6 y T2, que emplearon cladodios más grandes, confirmaron esta relación.

Oliva (2024) quien evaluó hasta los 90 días registró que el tratamiento que presentó mayor longitud del brote fue el tratamiento compuesto por Suelo agrícola + arena + gallinaza, que alcanzó 57,65 cm. Sin embargo, es ampliamente superado por los resultados obtenidos en la presente investigación (Tabla 10) donde resalta el T4 y T6 al contar con mejores contenidos nutricionales y estructuras físicas del sustrato (Apéndice 10). Esto es coherente con lo mencionado por Oliva (2024) quien menciona que el suelo agrícola combinado con gallinaza favorece el crecimiento de brotes debido a su calidad nutricional y buena estructura física

Silva (2023) y Aguilar (2015) también coinciden en que el tamaño del cladodio y el tipo de sustrato son determinantes en la longitud del brote. Ambos autores observaron mejores resultados en tratamientos con cladodios de mayor tamaño. Los resultados obtenidos se respaldan en lo mencionado por (Oliva, 2024; Rupay, 2024; Silva, 2023) donde la altura del brote está directamente influenciada tanto por el sustrato como por el tamaño del cladodio utilizado en la propagación de *S. megalanthus*.

En los cladodios de 30 cm, los tratamientos con sustratos orgánicos superaron claramente al testigo compuesto únicamente por suelo agrícola. Entre los sustratos evaluados, el vermicompost (T3) mostró los mejores resultados en altura de brote. Este comportamiento se explica por su mayor contenido de nitrógeno total, fósforo disponible y micronutrientes como hierro (Fe) y zinc (Zn), además de un pH cercano a la neutralidad, condiciones que favorecen la absorción de nutrientes y el crecimiento vegetativo. Asimismo, la textura franco arenosa enriquecida con materia orgánica permitió una adecuada retención de humedad sin afectar la aireación radicular.

Estos resultados concuerdan con lo reportado por Silva (2023), quien utilizó cladodios de 30–40 cm y determinó que los sustratos con humus o vermicompost promovieron mayor crecimiento en altura en comparación con suelo sin sustratos ricos en materia orgánica. De forma similar, Rupay (2018) señaló que, en cladodios de 30 cm, la incorporación de materia orgánica incrementa significativamente la altura de brote en pitahaya amarilla durante la etapa de vivero. Por otro lado, el T1 (Compost) mostró un crecimiento más lento, lo cual se atribuye a que su proceso de mineralización es menos eficiente que el del vermicompost, confirmando lo expuesto por Ramos (2021), quien señala que el humus de lombriz libera nutrientes con mayor prontitud en las fases iniciales de la pitahaya.

#### **4.1.2. Diámetro de brote**

De acuerdo con los resultados obtenidos en la variable diámetro de brote (Tabla 14) se muestra diferencias significativas entre tratamientos, destacando el T4. Los resultados fueron similares a los reportados por Aguilar (2015), quien vinculó el mayor diámetro con el uso de cladodios más grandes, lo cual coincide con los tratamientos T4, T6 y T2 en esta investigación. Los resultados fueron similares a los reportados por Aguilar (2015) quien a los 120 días registro que el tratamiento que sobresalió fue T2 con 3,64 cm de diámetro, el autor en mención indico que a mayor tamaño de cladodio se genera mayor rapidez en la generación de brotes lo cual influye directamente en el diámetro del brote, esto fue coherente a los resultados obtenidos en la investigación ya que los tratamientos que presentaron mejor diámetro del brote fueron el T4, T6 y T2, en donde se utilizaron cladodios de mayor tamaño para la propagación.

Navarrete (2023) logró un diámetro de 7,60 cm en un periodo de 279 días y utilizando silicio mediante fertirriego. Este resultado es ampliamente superior a lo alcanzado en la actual investigación (Tabla 14), lo cual indica que ciertos suplementos pueden potenciar aún más el desarrollo del diámetro. Según Aguilar (2015) el diámetro del brote se ve influenciado por un sustrato rico en materia orgánica y buen contenido de fósforo, lo cual es coherente con los resultados obtenidos, donde los tratamientos T4 y T6 compuestos por vermicompost y gallinaza descompuesta respectivamente, son los que alcanzaron mayor diámetro y presentan un mejor sustrato en términos de materia orgánica y fósforo a comparación del compost y suelo agrícola (Apéndice 10). Asimismo, el autor antes citado, menciona que el diámetro del brote tiene relación directa con la longitud del brote, a mayor longitud aumenta el diámetro, razón por la cual se justifican los resultados obtenidos ya que los tratamientos T4 y T6 presentaron mejores resultados tanto para la variable longitud y diámetro de brote.

En cuanto al diámetro de brote, los cladodios de 30 cm establecidos en sustratos con vermicompost y gallinaza descompuesta presentaron valores superiores frente al compost y al testigo. Según el Apéndice 10, estos sustratos destacaron por su mayor contenido de potasio (K), calcio (Ca) y magnesio (Mg), elementos directamente relacionados con la formación de tejidos para la formación de cladodios más gruesos y resistentes. El calcio contribuye a la estabilidad estructural de las paredes celulares, mientras que el potasio regula la turgencia celular y el transporte de fotoasimilados, favoreciendo el engrosamiento del brote (Bedoya, 2024).

La mayor disponibilidad de Potasio (K) en el T5 (gallinaza) y T3 (vermicompost) es fundamental para la turgencia celular y el grosor del brote. Navarrete (2023), en su investigación con cladodios de 30 cm, sostiene que un diámetro robusto es producto de una buena relación entre la porosidad del sustrato y la disponibilidad de potasio. El testigo (T1), al carecer de nutrientes y buena textura del suelo, presentó brotes más delgados, lo que coincide con López y Martínez (2023), quienes afirman que la falta de materia orgánica limita la expansión diametral en cactáceas debido a la deficiente retención de humedad.

## **4.2. Identificar el tipo de sustrato más efectivo para promover la generación de brotes de *S. megalanthus* en condiciones de vivero**

### **4.2.1. Número de brotes**

De acuerdo a los resultados evidenciados (Tabla 18) se muestra diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos evaluados, siendo T4, T6 y T2 los que alcanzaron mayor número de brotes. Los resultados fueron ampliamente superiores a lo reportado por Rupay (2024) quien evaluó hasta los 150 días y registro que el tratamiento que sobresalió fue el T4 con 1,40 brotes/cladodio. El autor mencionado, atribuye los bajos valores en su estudio al uso de cladodios de 30 cm y sustratos con baja carga orgánica y nitrógeno, en contraste con esta investigación, que empleó cladodios más largos y sustratos como vermicompost y gallinaza, ricos en nitrógeno y materia orgánica (Apéndice 10) lo cual influye en la generación de brotes.

Los resultados de la investigación (Tabla 18) fueron superados por los reportes logrados por Taípe (2022) en una investigación empleando enraizantes y dos variedades de pitahaya, donde registró que los tratamientos con la variedad roja produjeron 1,93 brotes/cladodio, superando significativamente a la variedad amarilla con 1,47 brotes/cladodio. Ante ello, Oliva (2024) y Rupay (2024) mencionan que la cantidad de brotes se debe al tamaño del cladodio, variedad de pitahaya empleada como material propagativo y un sustrato rico en la composición de nutrientes, como materia orgánica, nitrógeno, fósforo y potasio, lo cual es coherente con el análisis de suelo de los sustratos (Apéndice 10) donde los que presentan mejor composición de nutrientes alcanzaron mayor cantidad de brotes.

El número de brotes emitidos por cladodio de 30 cm fue mayor en los tratamientos con vermicompost (T3) y gallinaza descompuesta (T5), en comparación con el compost y el testigo. Este resultado se relaciona con el mayor contenido de nitrógeno, fósforo y micronutrientes, evidenciada en el análisis fisicoquímico del Apéndice 10. En el caso del testigo, la baja fertilidad del suelo limitó la brotación, reflejando un menor número de brotes por cladodio. Estos hallazgos concuerdan con Montejo (2020), quien reportó que, en cladodios de 30 cm, los sustratos ricos en materia orgánica incrementaron significativamente

la brotación en pitahaya. De igual manera, Cedeño (2023) indicó que la disponibilidad de nitrógeno y la actividad biológica del sustrato son determinantes para la emisión de brotes en cladodios de pitahaya.

El fósforo es un elemento clave para la activación de yemas apicales y laterales. En el T5 (gallinaza descompuesta), los niveles de P son notables, lo que explica la mayor brotación en los cladodios. Esta tendencia es respaldada por Rupay (2024), quien evaluó cladodios de 30 cm y determinó que sustratos con alta carga de fósforo rompen la dominancia apical con mayor facilidad que los suelos pobres en este elemento. El testigo (T1) tuvo la menor tasa de brotación, reafirmando que, sin un estímulo nutricional externo, las reservas del cladodio de 30 cm son limitadas para generar múltiples puntos de crecimiento.

### **4.3. Determinar el tipo de sustrato más efectivo para promover el crecimiento radicular de *S. megalanthus* en condiciones de vivero**

#### **4.3.1. Masa radicular**

De acuerdo con los resultados obtenidos (Tabla 22), se observaron diferencias estadísticas significativas en la masa radicular, siendo T4 y T6 los tratamientos más efectivos. Estos valores superan ampliamente lo reportado por Oliva (2024) quien obtuvo menores resultados incluso usando hormonas de enraizamiento. Asimismo, menciona que el desarrollo radicular depende de la calidad nutricional y la estructura del sustrato. Esto es coherente con la investigación ya que los tratamientos T4 y T6 que obtuvieron mayor masa radicular, estuvieron conformados a base de sustratos ricos en materia orgánica y con una estructura franco arenosa (Apéndice 10) lo cual genera mayor aeración para el desarrollo radicular y como tal una mayor masa radicular.

De manera similar, los resultados de la investigación (Tabla 22) superaron ampliamente a lo reportado por Montejo (2020) quien a los 120 días de evaluación empleando ácido indolbutírico obtuvo una masa radicular de 4,87 gramos lo cual indica que a pesar de usar hormonas no se reflejaron resultados superiores a la actual investigación, esto debido a que la masa radicular se encuentra asociada principalmente a la calidad del sustrato lo cual

permite emitir el sistema radicular con mayor rapidez (Oliva, 2024). Por otra parte, los resultados logrados en la investigación (Tabla 22) fueron similares a los reportados por Aguilar (2015) quien empleando enraizantes y dos tamaños de cladodios registró a los 120 días que los tratamientos con cladodios de 50 cm frente a los de 30 cm de tamaño fueron significativamente diferentes con 13,8 y 8,8 g respectivamente, con lo cual el autor menciona que la longitud del cladodio tiene relación directa con la masa radicular ya que con un mayor tamaño permite generar con más rapidez la emisión de raíces.

En tal sentido, lo antes mencionado es coherente con los resultados de la investigación en donde los tratamientos que cuentan con cladodios de mayor tamaño son los que alcanzaron mayor masa radicular, asimismo, aquellos tratamientos que obtuvieron mayor masa radicular estuvieron compuestos sustratos que presentan alto contenido de materia orgánica y calidad en la textura (Apéndice 10), lo cual permitió generar mayor masa radicular. Por su parte los tratamientos que emplearon compost no generaron una alta cantidad de masa radicular, lo que es ratificado por Silva (2023) que menciona que el compost no genera buenos resultados en la propagación de pitahaya por la cual no es rentable utilizarlo.

La masa radicular en cladodios de 30 cm fue significativamente mayor en los tratamientos con vermicompost y gallinaza descompuesta, superando tanto al compost como al testigo. Según el análisis de suelos (Apéndice 10), estos sustratos presentaron mayores concentraciones de fósforo (P), calcio (Ca) y magnesio (Mg). El fósforo estimula la formación de raíces nuevas, mientras que el calcio y el magnesio contribuyen al crecimiento y funcionalidad del sistema radicular (Navarrete, 2023). Estos resultados son consistentes con Taipe (2022), quien reportó que cladodios de 30 cm de *S. megalanthus* desarrollaron mayor masa radicular cuando fueron establecidos en sustratos orgánicos con alto contenido de fósforo. Asimismo, Oliva (2024) concluyó que la incorporación de gallinaza descompuesta mejora significativamente el peso radicular en pitahaya amarilla durante la fase de vivero.

La formación de raíces en cladodios de 30 cm depende críticamente del sustrato. El calcio y fósforo de la gallinaza (T5) promueven la división celular en el meristemo radicular. Estos

resultados concuerdan con Tuanama (2021), quien encontró que, en pitahaya amarilla de 30 cm, el peso radicular se triplica al usar sustratos con alta porosidad y presencia de microorganismos benéficos típicos del vermicompost. El testigo (T1), al tener una menor capacidad de intercambio catiónico y menor aporte de materia orgánica, limita el crecimiento de pelos absorbentes, resultando en una masa radicular pobre, tal como lo advierte Vera *et al.* (2022) para propagaciones en suelos degradados o sin tratar.

## CAPÍTULO V: CONCLUSIONES

1. El uso de sustratos orgánicos principalmente vermicompost influye positivamente en el crecimiento vegetativo de *S. megalanthus* bajo condiciones de vivero, favoreciendo el desarrollo en altura y grosor de los brotes.
2. El empleo de sustratos enriquecidos con materia orgánica promueve una mayor generación de brotes en *S. megalanthus*, lo que indica su potencial en técnicas de propagación asexual, siendo un recurso valioso para mejorar la productividad en viveros.
3. El uso de sustratos orgánicos, como el vermicompost y la gallinaza descompuesta, mejora notablemente el desarrollo del sistema radicular de *S. megalanthus*, con una mayor emisión y vigor de raíces favoreciendo la absorción de nutrientes, lo cual evidencia el aporte positivo de los sustratos orgánicos en el proceso de propagación asexual.

## CAPÍTULO VI: RECOMENDACIONES

- Se recomienda que se realicen investigaciones complementarias sobre la propagación de *S. megalanthus* mediante cladodios, empleando otros sustratos locales disponibles, con el fin de determinar si existen alternativas más eficientes que los utilizados en la presente investigación.
- Se sugiere que los agricultores utilicen sustratos con alto contenido de materia orgánica como el vermicompost y gallinaza descompuesta, acompañados de cladodios de 50 cm para una mejor eficiencia en la estimulación del crecimiento vegetativo y radicular de *S. megalanthus*.
- Se recomienda que se desarrollen investigaciones con los mismos sustratos, pero con evaluaciones en campo definitivo y variables de producción para analizar los costos de producción con cada sustrato.

## REFERENCIAS

- Aguilar, G. (2015). *Evaluación de tres enraizantes y dos tamaños de cladodios en la propagación asexual de pitahaya amarilla Cereus triangularis (L.) haw. Yantzaza*. [Tesis de grado, Universidad Nacional de Loja]. Repositorio Digital UNL. <http://dspace.unl.edu.ec/jspui/handle/123456789/10031>
- Alcarazo, F. D. J. (2021). *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* [Tesis de grado, Universidad Católica Sedes Sapientiae]. Repositorio Institucional Digital UCSS. <https://hdl.handle.net/20.500.14095/1517>
- Alvarado, A. (2015). Sistema productivo del cultivo de pitaya amarilla (*Selenicereus megalanthus*) en Boyacá- Colombia. *Espacio Innovación* 4(3): 1-9. <https://doi.org/10.31644/IMASD.9.2015.a07>
- Arenaza, F. S. (2021). *Aplicación de Vermicompost para la remediación de suelos contaminados por metales pesados: Revisión Sistemática* [Tesis de grado, Universidad Cesar Vallejo]. Repositorio Digital Institucional - UCV. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/75963>
- Arévalo, H. G., Puglla, C, y Danilo, J. (2018). *Valoración nutricional de la gallinaza para alimentación animal y procesos industriales* [Tesis de maestría, Universidad de las Fuerzas Armadas] Repositorio Institucional ESPE. <http://repositorio.espe.edu.ec/handle/21000/14805>
- Arias, G. J. L. (2020). Proyecto de tesis: guía para la elaboración. [http://repositorio.concytec.gob.pe/bitstream/20.500.12390/2236/1/AriasGonzales\\_ProyectoDeTesis\\_libro.pdf](http://repositorio.concytec.gob.pe/bitstream/20.500.12390/2236/1/AriasGonzales_ProyectoDeTesis_libro.pdf)
- Arias, G. J. L., y Covinos, G. M. (2021). Diseño y metodología de la investigación. <http://repositorio.concytec.gob.pe/handle/20.500.12390/2260>
- Bárbaro, L., Karlanian, M., Rizzo, P., y Riera, N. (2019). Caracterización de diferentes compost para su uso como componente de sustratos. *Chilean journal of agricultural & animal sciences*, 35(2), 126-136. <https://dx.doi.org/10.4067/S0719-38902019005000309>

- Bazán, T. R. (2017). Manual de procedimientos de los análisis de suelos y agua con fines de riego. [https://repositorio.midagri.gob.pe/bitstream/20.500.13036/727/1/Bazan-Manual\\_de\\_procedimientos\\_de\\_los%20%281%29.pdf](https://repositorio.midagri.gob.pe/bitstream/20.500.13036/727/1/Bazan-Manual_de_procedimientos_de_los%20%281%29.pdf)
- Bedoya, P. J. A. (2024). *Evaluación de diferentes sustratos para el enraizamiento de esquejes de pitahaya amarilla (Selenicereus megalanthus var. amazónica) en la irrigación de Majes-Arequipa 2024* [Tesis de grado, Universidad Católica de Santa María]. Repositorio Digital UCSM. <https://hdl.handle.net/20.500.12920/14083>
- Carire, H. B. (2019). *Influencia de la gallinaza descompuesta en el cultivo de papa (solanum tuberosum L) variedad canchan Inia-ccarancalla-Andahuaylas-Apurímac-2017*. [Tesis de grado, Universidad Tecnológica de los Andes] Repositorio Digital Institucional UTEA. <http://repositorio.utea.edu.pe/handle/utea/261>
- Carrera, A. E. M. (2023). *Efectos de microorganismos eficientes (EM) en el enraizamiento y desarrollo vegetativo de cladodios de pitahaya (Hylocereus undatus)* [Tesis de grado, Universidad Científica del Sur]. Repositorio Académico - Universidad Científica. <https://hdl.handle.net/20.500.12805/3139>
- Castilla, L. L. A. y Tirado, O. Y. C. (2019). *Fundamentos técnicos para la nutrición del cultivo de arroz. Fedearroz*. [http://www.fedearroz.com.co/docs/cartilla\\_fundamentos\\_nutricion.pdf](http://www.fedearroz.com.co/docs/cartilla_fundamentos_nutricion.pdf)
- Cedeño, A. L. A. (2023). *Respuesta de las varetas de Pitahaya (Hylocereus undatus) a tres bioestimulantes y tres dosis a nivel de vivero* [Tesis de grado, Universidad Estatal del Sur de Manabí]. Repositorio Digital UNESUM. <http://repositorio.unesum.edu.ec/handle/53000/5745>
- Chocaca, W. D. (2019). *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, 2017* [Tesis de grado, Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas]. Repositorio Institucional - UNTRM. <https://hdl.handle.net/20.500.14077/1773>
- Clemente, R. (2021). *Uso de sustratos a base de fibra de coco y estiércol Caprino para la germinación de semillas en la comuna Prosperidad provincia de Santa Elena* [Tesis de pregrado, Universidad Estatal Península de Santa Elena]. Repositorio institucional UPSE. <https://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/6314>
- Dávila, S. C. X., y Reyna, O. E. (2022). *Evaluación del saneamiento básico con propuesta de unidad tipo compostera, en la comunidad nativa Nuevo Paraíso, Ucayali 2022*

[Tesis de grado, Universidad Cesar Vallejo]. Repositorio Digital Institucional - UCV.  
<https://hdl.handle.net/20.500.12692/91265>

- Estrada, E. G., Martínez, J. E. D. H., y Akerberg, V. D. Á. (2020). Metabolismo ambiental. Cuidado y conservación de las áreas verdes urbanas. *CONTEXTO. Revista de la Facultad de Arquitectura de la Universidad Autónoma de Nuevo León*, 14(20).  
<https://contexto.uanl.mx/index.php/contexto/article/view/188/172>
- Graco, C., Comparetti, A., Fascella, G., Febo, P., La Placa, G., Saiano, F., Massimo, M., Santo, O. y Laudicina, V. (2021). Effects of Vermicompost, Compost and Digestate as Commercial Alternative Peat-Based Substrates on Qualitative Parameters of *Salvia officinalis*. *Journal Agronomy*, 11 (1), 1-11. <https://www.mdpi.com/2073-4395/11/1/98>
- Gutiérrez, G. L. S., Ojeda, B. D. L., Ávila, Q. G. D., y Hernández, R. O. A. (2024). Características cambiantes durante el compostaje y valores indicativos de calidad en el producto final. *Chilean journal of agricultural & animal sciences*, 40(2), 467-484.  
[https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0719-38902024000200467&script=sci\\_arttext](https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0719-38902024000200467&script=sci_arttext)
- Hernández, J. K. A. (2022). *Biotransformación de residuos sólidos orgánicos biodegradables en fertilizantes, en un sistema de vermicompostaje* [Tesis de grado, Instituto Tecnológico Superior de Misantla]. Repositorio TECN. <https://rinacional.tecnm.mx/jspui/handle/TecNM/5207>
- Hernández, S. R., y Mendoza, C. (2018). Metodología de la investigación. Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta. <http://repositorio.uasb.edu.bo/handle/54000/1292>
- Huachi, L.; Yugsi, E.; Paredes, M.; Coronel, D.; Verdugo, K.; y Coba, S. P. (2015). Desarrollo de la pitahaya (*Cereus SP.*) en Ecuador. *La granja: revista de ciencias de la vida*, 50. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5969836.pdf>
- INIAP (Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias). 2020. Manual del cultivo de pitahaya para la Amazonía Ecuatoriana. Ecuador. 55 p.  
<https://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/5551>
- Lazo, R. J. L. (2016). *Evaluación de cuatro dosis de materia orgánica (GALLINAZA) en el cultivo de brócoli (Brassica oleracea) híbrido royal favor F-1 Hyb, en el distrito de Lamas* [Tesis de grado, Universidad Nacional de San Martín] Repositorio Institucional UNSM. <https://repositorio.unsm.edu.pe/handle/11458/2145>

- Leandro, C. B. Z., y Cristobal, R. Y. M. (2016). *Respuesta de dos dosis de fertilización y tres niveles de bokashi en el rendimiento del cultivo de la papa (solanum tuberosum l.) en el Distrito de Yanahuanca–Provincia de Daniel Carrión* [Tesis de grado, Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión] Repositorio Institucional UNDAC. <http://repositorio.undac.edu.pe/handle/undac/94>
- León, T. R. S. (2023). Experimentación de métodos de propagación de la pitahaya de un enfoque cósmico en las condiciones edafoclimáticas de la Cantuta. *Qantu Yachay*, 3(2), 128-135. <https://revistas.une.edu.pe/index.php/QantuYachay/article/view/65>
- Martínez, G. P. M. (2022). *Elaboración de una guía para el cultivo de la pitahaya (Hylocereus undatus) con visión agroecológica* [Tesis de grado, Universidad Politécnica de Francisco I. Madero]. AGRIS - FAO. <https://agris.fao.org/search/es/records/6511b0f858c30050e8a3e9a2>
- Monsalve, O. I. C., Toro, M. C. H., y Díaz, J. S. G. (2021). Caracterización de materiales con uso potencial como sustratos en sistemas de cultivo sin suelo. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 22(1), 1-23. [https://doi.org/10.21930/rcta.vol22\\_num1\\_art:1977](https://doi.org/10.21930/rcta.vol22_num1_art:1977)
- Montejo, M (2020). *Evaluación del efecto de sustratos y enraizadores en la propagación vegetativa de la pitahaya; Jacaltenango, Huehuetenango* [Tesis de grado, Universidad Rafael Landívar. Guatemala]. Repositorio URL. <http://recursosbiblio.url.edu.gt/tesiseortiz/2021/06/14/Montejo-Marvin.pdf>
- Montesinos, J.; Rodríguez., L.; Ortiz., R.; Fonseca., M.; Ruíz., G.; y Guevara, F. (2015). Pitahaya (hylocereus spp.) un recurso fitogenético con historia y futuro para el trópico seco mexicano. *Cultivos Tropicales*, 36, 67-76. [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0258-59362015000500007](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0258-59362015000500007)
- Morales, M. E. R. y Casanova, L. F. (2015). Mezclas de sustratos orgánicos e inorgánicos, tamaño de partículas y proporción. *Agronomía Mesoamericana*, 365-372. <https://doi.org/10.15517/am.v26i2.19331>
- Navarrete, T. A. H. (2023). *Evaluación de la propagación de pitahaya (Hylocereus undatus) bajo diferentes esquemas de nutrición* [Tesis de posgrado, Instituto de Enseñanzas e Investigación en Ciencias Agrícolas]. Repositorio COLPOS Digital. <http://colposdigital.colpos.mx:8080/jspui/handle/10521/5054>
- Oliva, R. L. F. (2024). *Efecto de diferentes tipos de sustratos en el enraizamiento de pitahaya (Selenicereus megalanthus Haw.) bajo condiciones de vivero en Pucallpa* [Tesis de

grado, Universidad Nacional de Ucayali]. Repositorio Institucional UNU. <https://hdl.handle.net/20.500.14621/7475>

Olle, M. (2019). Review: vermicompost, its importance and Benefit in agriculture [vermicompost, su importancia y beneficio en la agricultura]. *Journal of agricultural science*. (2). 93–98  
[https://dspace.emu.ee/bitstream/handle/10492/5530/2019\\_2\\_olle1.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://dspace.emu.ee/bitstream/handle/10492/5530/2019_2_olle1.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Oré, L. E. O., Torres, P. A. A., Trigozo, J. P. R., Aliaga, W. C. L., y Cierro, J. D. O. (2022). Comportamiento de cuatro clones de cacao "*Theobroma cacao* L." sobre diferentes patrones en fase de vivero–Leoncio Prado, 2022. *Qantu Yachay*, 2(1), 125-142. <https://www.researchgate.net/publication/361095192>

Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria [OIRSA] (2019). Manual Técnico Buenas Prácticas de Cultivo en Pitahaya. Proyecto regional de fortalecimiento de la vigilancia fitosanitaria. 66 p. [https://guiaspdf.net/wp-content/uploads/2021/02/Guia-para-Cultivar-Pitahaya-GuiasPDF.Net\\_.pdf](https://guiaspdf.net/wp-content/uploads/2021/02/Guia-para-Cultivar-Pitahaya-GuiasPDF.Net_.pdf)

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura [FAO] (2016). *Acidificación del suelo*. FAO. <http://www.fao.org/3/i6467s/i6467s.pdf>

Ortiz, Z. L. P. (2020). *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* [Tesis de grado, Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo]. Repositorio Institucional – UNASAM. <http://repositorio.unasam.edu.pe/handle/UNASAM/4080>

Ortiz, G. H. P. (2022). *Evaluación de dos enraizantes y tres tiempos de desaviado en dos tamaños de cladodios en la propagación de pitahaya amarilla (*Hylocereus megalanthus*)* [Tesis de grado, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. DSpace. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/17813>

Parra, M. S. (2023). *Microbiología del vermicompost* [Tesis de grado, Universidad de los Andes]. Repositorio UNIANDES. <https://repositorio.uniandes.edu.co/handle/1992/64905>

Ramos, P. R. E. (2015). *Evaluación de diferentes sustratos de materias orgánicas y con microorganismos eficientes en la preparación de compost, en la zona de Pangoa-Perú* [Tesis de grado, Universidad Nacional del Centro del Perú] Repositorio Institucional UNCP. <http://hdl.handle.net/20.500.12894/1908>

- Ramos, C. 2018. *Producción y exportación de pitahaya, su incidencia en el desarrollo económico del cantón Palora, provincia de Morona Santiago. Periodo 2013 – 2017* [Tesis de grado, Universidad de Guayaquil] Repositorio Institucional UG. <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/34427>
- Rodríguez, P. K. (2019). *Efecto del ácido indolbutírico en la propagación vegetativa de la pitahaya amarilla (Selenicereus megalanthus Haw.) en diferentes sustratos bajo condiciones de vivero en Milpuc-Rodríguez de Mendoza* [Tesis de grado, Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas]. Repositorio Institucional - UNTRM. <https://hdl.handle.net/20.500.14077/1772>
- Royal Botanic Gardens y Plants of the World Online (2024). *Selenicereus megalanthus* (K. Schum. ex Vaupel) Moran. <https://powo.science.kew.org/taxon/urn:lsid:ipni.org:names:232386-2>
- Rupay, H. L. G. (2024). *Efecto de sustratos en la propagación asexual de pitahaya amarilla Selenicereus megalanthus (K. Schum. ex Vaupel) en condiciones de vivero en Pozo Azul–Leoncio Prado*. [Tesis de grado, Universidad Nacional Agraria de la Selva]. Repositorio Institucional UNAS. <https://hdl.handle.net/20.500.14292/2832>
- Sáez, J. N. P. (1999). Utilización de sustratos en viveros. *Terra latinoamericana*, 17(3), 231-235. <https://www.redalyc.org/pdf/573/57317307>
- Saucedo, J. N. C. (2022). *Importancia de la gallinaza como fertilizante orgánico para mejorar el suelo y la producción de papa del Grupo TADE SAC en Huánuco, Perú-2021* [Tesis de grado, Universidad Privada del Norte] Repositorio Institucional UPN. <https://hdl.handle.net/11537/32905>
- Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú. (2024). Datos hidrometeorológicos a nivel nacional. <https://www.senamhi.gob.pe/?&p=estaciones>
- Silva, O. W. V. (2023). *Respuesta morfológica de varetas de Pitahaya (Hylacereus undatus) de diferente tamaño a tres tipos de sustratos a nivel de vivero en la Parroquia Noboa del Cantón 24 de Mayo* [Tesis de grado, Universidad Estatal del Sur de Manabí]. Repositorio Digital UNESUM. <http://repositorio.unesum.edu.ec/handle/53000/5794>
- Silva, V. G., Oliva, M., y Móstiga, R. M. J. (2020). Fertilización química y orgánica en la producción de plantones de variedades del género *Guadua* presentes en Rodríguez de Mendoza, Amazonas-Perú. *Revista de Investigación de Agroproducción Sustentable*, 4(3), 32-41. <http://revistas.untrm.edu.pe/index.php/INDESDOS/article/view/664>

- Sotomayor, C. A., Pitzaca, S., Sánchez, M., Burbano, A., Díaz, A., Nicolalde, J., Viera, W., Caicedo, C., y Vargas, Y. (2019). *Physical chemical evaluation of pitahaya fruit (Selenicereus sp.) in different development stages. Enfoque UTE*, 10(1), pp. 89 - 96. <https://doi.org/https://doi.org/10.29019/enfoqueute.v10n1.386>
- Taípe, R. Y. (2022). *Efecto del té de fosfocompost combinados con extractos vegetales en la propagación de hylocereus undatus y selenicereus megalanthus* [Tesis de grado, Universidad Nacional de Huancabellca]. Repositorio Institucional UNH. <https://hdl.handle.net/20.500.14597/5399>
- Téllez, M. T., y Cedillo, R. K. R. (2024). Hongos: una alternativa biodegradable en la industria textil. *Inventio, la génesis de la cultura universitaria en Morelos*. <https://riaa.uaem.mx/handle/20.500.12055/4824>
- Tola, G. D. N., Lopez, M. M. A., y Limachi, L. I. M. (2024). Dinámica de propiedades físicas y químicas del proceso de compostaje con diferentes dosis de microorganismos eficientes. *Revista de Investigación e Innovación Agropecuaria y de Recursos Naturales*, 11(3), 60-71. <https://doi.org/10.53287/oaht6256yt72p>
- Tuanama, S. K. L. (2020). *Propagación asexual de dos especies de pitahaya (Hylocereus undatus (Haw.) Britton & Rose, Hylocereus megalanthus (K. Schum. ex Vaupel) Ralf Bauer), haciendo uso de tres sustratos en condiciones de vivero* [Tesis de grado, Universidad Nacional de San Martín]. Repositorio Institucional – UNSM. <https://repositorio.una.edu.ni/id/eprint/2193>
- Vargas, Y., Pico, J., Díaz, A., Sotomayor, D., Burbano, A., Caicedo, C., Paredes, N., Congo, C., Tinoco, L., Bastidas, S., Chuquimarca, J., Macas, J., y Viera, W. (2020). Manual Técnico del cultivo de pitahaya. INIAP. Manual N° 117. Joya de los Sachas, Ecuador, 39p. <http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/5551>
- Vázquez, J., y Loli, O. (2018). Compost y vermicompost como enmiendas en la recuperación de un suelo degradado por el manejo de *Gypsophila paniculata*. *Scientia Agropecuaria*, 9(1), 43-52. <http://dx.doi.org/10.17268/sci.agropecu.2018.01.05>
- Vélez, Z. L. J., y Zambrano, P. G. M. (2022). *Propagación asexual en pitahaya roja (Hylocereus Undatus) y amarilla (Selenicereus megalanthus) en el valle del río carrizal* [Tesis de grado, Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López]. Repositorio Digital ESPAM. <http://repositorio.espam.edu.ec/handle/42000/1710>
- Verona, R. A., Urcia, C. J., y Paucar, M. L. M. (2020). Pitahaya (*Hylocereus spp.*): Cultivo, características fisicoquímicas, composición nutricional y compuestos

- Vilca, T. S. E. (2022). *Efecto del bioestimulante Root Hor y sustratos en la propagación vegetativa de pitahaya amarilla (Hylocereus megalanthus) en vivero, Huarangopampa-Amazonas 2022* [Tesis de grado, Universidad Politécnica Amazónica]. Repositorio Institucional - UPA.  
<http://hdl.handle.net/20.500.12897/147>
- Villegas, C. V. M., y Laines, C. J. R. (2017). Vermicompostaje: I avances y estrategias en el tratamiento de residuos sólidos orgánicos. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 8(2), 393-406.  
[https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2007-09342017000200393](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-09342017000200393)
- Zerpa, C. D., Hernández, P. A., Madrigal, O. V., Zúñiga, C. A., Porras, M. C., Jiménez, V. M, y Barboza, B. L. (2019). Germinación de semillas de pitaya (*Hylocereus* spp.) afectada por el método de extracción de semillas, almacenamiento, condiciones de germinación, enfoque de evaluación de la germinación y potencial hídrico. *Revista de mejora de cultivos*, 33 (3), 372-394.  
<https://doi.org/10.1080/15427528.2019.1604457>
- Zulfiqar, F., Younis, A., Asif, M., Abideen, Z., Allaire, S. y Song, Q. (2019). Evaluation of container substrates containing compost and biochar for ornamental plant *Dracaena deremensis*. *Pakistan Journal of Agricultural Sciences*, 56 (3), 613- 621.  
[https://www.researchgate.net/publication/333617500\\_Evaluation\\_of\\_container\\_substrates\\_containing\\_compost\\_and\\_biochar\\_for\\_ornamental\\_plant\\_Dracaena\\_deremensis](https://www.researchgate.net/publication/333617500_Evaluation_of_container_substrates_containing_compost_and_biochar_for_ornamental_plant_Dracaena_deremensis)

## TERMINOLOGÍA

**Biodegradable.** Objetos o materia cuyo tiempo de degradación se da en un lapso menor con respecto a otros materiales y en el proceso de descomposición suele intervenir algas, bacterias y hongos (Téllez y Cedillo, 2024).

**Cladodio.** Tallos que sustituyen a las hojas debido a que realizan funciones de fotosíntesis y regulan el agua, además, a veces desempeñan funciones de propagación vegetativa o asexual (Ortiz, 2022).

**Compostaje aerobio.** Proceso donde el principal elemento requerido es el oxígeno; durante el proceso se libera calor mientras los compuestos orgánicos presentes se descomponen gradualmente por acción de una gran cantidad microorganismos (Tola *et al.*, 2024).

**Compostera.** Estructura o contenedor diseñado para descomponer materia orgánica como excretas, restos de comida y material vegetativo en compost para prevenir la contaminación ambiental y proteger la salud (Dávila y Reyna, 2022).

**Gallinaza descompuesta.** Abono orgánico con alto contenido en materia orgánica que se emplea en la agricultura, presenta múltiples beneficios como son: alto contenido de materia orgánica, regula el pH del suelo, mejora la calidad y propiedades del suelo (Saucedo, 2022).

**Macronutrientes.** Elementos químicos primarios que requieren las plantas en mayor proporción, incluye al nitrógeno, fósforo y potasio (Castilla y Tirado, 2019).

**Metabolismo.** Cambio de condición o sistema; asimismo, el proceso metabólico se da debido a reacciones bioquímicas y procesos fisicoquímicos (Estrada *et al.*, 2020).

**pH.** Variable del suelo que afecta la disponibilidad química de los nutrientes para las plantas, sus valores van de 0 a 14 (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura [FAO], 2016).

**Sustrato.** Material sólido distinto al suelo que puede ser mineral u orgánico; además, es aquel material o soporte físico sobre el que se va a mantener la planta y la base para su posterior desarrollo de la misma (Monsalve *et al.*, 2021).

**Vermicompost.** Tipo de abono orgánico producido mediante el proceso de vermicompostaje, en el cual lombrices y microorganismos descomponen materia orgánica, convirtiéndola en un producto de alta calidad, rico en nutrientes y mejorador del suelo (Arenaza, 2021).

# APÉNDICES

## Apéndice 1

### *Solicitud para ejecución de tesis*

#### SOLICITO ESPACIO EN VIVERO PARA EJECUCIÓN DE PROYECTO DE TESIS

Sr. GUSTAVO ENRIQUE PEÑA TANTALEAN

Representante legal del Vivero Turístico Selva Verde E.I.R.L

De mi mayor consideración:

Yo Crithian Junior Correa Alvarez, de 22 años de edad, identificado con DNI N° 77493902, domicilio en el Jr. Rioja N° 1475, distrito Elías Soplín Vargas, Provincia de Rioja, Telf 901645107. Egresado de la Escuela Profesional de Ingeniería Agraria con mención forestal en la Universidad Católica Sedes Sapientiae, me dirijo a usted con el debido respeto para solicitar el préstamo de un espacio en su vivero ubicado en el Jr. San Pedro, distrito de Nueva Cajamarca, con el fin de ejecutar mi proyecto de tesis titulado: "Efecto de tres sustratos en el crecimiento vegetativo y radicular de *Selenicereus megalanthus* (K. Schum. ex Vaupel) Moran "Pitahaya amarilla" en condiciones de vivero".

Este proyecto tiene como objetivo Determinar el efecto de tres sustratos en el crecimiento vegetativo y radicular de *S. megalanthus* en condiciones de vivero, y se desarrollará durante el periodo de 120 días comprendido entre el 14 de octubre del 2024 y 11 de febrero del 2025. El uso del espacio estará destinado a instalar un pequeño vivero de 105 plántanos experimentales, garantizando el cuidado y respeto por las instalaciones.

Agradezco de antemano su apoyo y quedo atento a cualquier requerimiento adicional o reunión para coordinar y recibir su conformidad.

Sin otro particular, me despido con la mayor consideración y respeto.

Atentamente,

Nueva Cajamarca, 07 de octubre del 2024

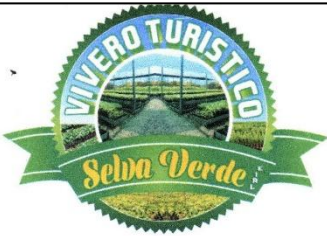


**CRISTHIAN JUNIOR CORREA ALAVAREZ**  
Bachiller en ciencias Agrarias con Mención Forestal

*Nota.* Solicitud dirigida al representante legal del vivero turístico Selva Verde, con la finalidad de poder realizar la ejecución de mi tesis en un espacio de su vivero.

## Apéndice 2

### Conformidad para uso de vivero



Nueva Cajamarca, 10 de octubre del 2024

**CARTA DE CONFORMIDAD PARA USO DE ÁREA EN VIVERO**

Sr. CRISTHIAN JUNIOR CORREA ALVAREZ

Solicitante de un área en el Vivero Turístico Selva Verde E.I.R.L


De mi mayor consideración:

Por medio de la presente, tengo el agrado de dirigirme a usted para comunicarle que, luego de evaluar su solicitud, se le autoriza y otorga la conformidad para el uso de un área dentro del Vivero Turístico Selva Verde E.I.R.L ubicado en el Jr. San Pedro, distrito de Nueva Cajamarca, con el fin de ejecutar su proyecto de tesis titulado "Efecto de tres sustratos en el crecimiento vegetativo y radicular de *Selenicereus megalanthus* (K. Schum. ex Vaupel) Moran "Pitahaya amarilla" en condiciones de vivero", correspondiente a la carrera de Ingeniería Agraria con mención forestal de la Universidad Católica Sedes Sapientiae.

El espacio asignado estará disponible por un plazo de 120 días desde el 14 de octubre del 2024 hasta el 11 de febrero del 2025, bajo el compromiso de cumplir con las normas internas del vivero, mantener el orden y cuidado del área, y coordinar cualquier intervención con el responsable del lugar.

Le deseamos muchos éxitos en el desarrollo de su investigación y quedamos atentos a cualquier coordinación adicional que requiera.

Atentamente,

  
**GUSTAVO ENRIQUE PEÑA TANTALEAN**  
Representante legal del Vivero Turístico Selva Verde E.I.R.L

*Nota.* Conformidad por parte del representante legal del vivero turístico Selva Verde, para poder utilizar un área de su vivero en la ejecución de mi tesis.

### Apéndice 3

#### Solicitud para la compra de cladodios de pitahaya

##### SOLICITUD DE COMPRA DE CLADODIOS DE PITAHAYA

Sr. GERMANCITO AREVALO REQUEJO

Presidente de la asociación de productores agroindustriales frutos de vida.

De mi mayor consideración:

Yo Cristhian Junior Correa Alvarez, de 22 años de edad, identificado con DNI N° 77493902, domicilio en el Jr. Rioja N° 1475, distrito Elías Soplín Vargas, Provincia de Rioja, Telf 901645107. Egresado de la Escuela Profesional de Ingeniería Agraria con mención forestal en la Universidad Católica Sedes Sapientiae, me dirijo a usted con el debido respeto para solicitar la compra de cladodios de pitahaya, con el fin de ejecutar mi proyecto de tesis titulado: "Efecto de tres sustratos en el crecimiento vegetativo y radicular de *Selenicereus megalanthus* (K. Schum. ex Vaupel) Moran "Pitahaya amarilla" en condiciones de vivero".

La cantidad solicitada para la compra es de un total de 105 cladodios, compuesto por 60 cladodios de 30 cm y 45 cladodios de 50 cm de longitud. A su vez solicitarle que los cladodios sean verificados por los profesionales que laboran en la asociación que dirige, para garantizar la uniformidad de los cladodios y libre de plagas y enfermedades



Agradezco de antemano su apoyo y quedo atento a cualquier requerimiento adicional o reunión para coordinar y recibir su conformidad.

Sin otro particular, me despido con la mayor consideración y respeto.

Atentamente,


Nueva Cajamarca, 10 de junio del 2024

**CRISTHIAN JUNIOR CORREA ALAVAREZ**  
Bachiller en ciencias Agrarias con Mención Forestal

*Nota.* Solicitud dirigida al presidente de la Asociación de productores agroindustriales frutos de Vida para que me pueda realizar la venta de cladodios de pitahaya a utilizarse en la ejecución de mi tesis.

## Apéndice 4

### Conformidad para la compra de cladodios de pitahaya



**ASOCIACIÓN DE PRODUCTORES AGROINDUSTRIALES  
FRUTOS DE VIDA - SEGUNDA JERUSALEN**

INSCRITO EN LOS REGISTROS PUBLICOS DE MOYOBAMBA N° PARTIDA 11111314  
RUC: 20606798441

**“AÑO DEL BICENTENARIO, DE LA CONSOLIDACIÓN DE NUESTRA INDEPENDENCIA, Y  
DE LA CONMEMORACIÓN DE LAS HEROICAS BATALLAS DE JUNÍN Y AYACUCHO”**

**CARTA DE CONFORMIDAD**

**DIRIGIDO A:**


**Sr. CRISTHIAN JUNIOR CORREA ALVAREZ**  
Solicitante para la compra de cladodios de pitahaya

El que suscribe, el presidente de la **Asociación de Productores Agroindustriales Frutos de Vida Segunda Jerusalén**, del Distrito de Elías Soplín Vargas, Provincia de Rioja, Departamento de San Martín, el Sr. **Germancito Arevalo Requejo**.

Por medio del presente, tengo el agrado de dirigirme a su persona en respuesta a su solicitud, para comunicarle la conformidad a su solicitud, sin embargo, hacerle de su conocimiento que en la actualidad nuestras parcelas se encuentran en etapa de fructificación y los cladodios solicitados se extraen posterior a la cosecha, con lo que recién a partir del mes de septiembre del presente año, contaremos con semilla y cumplir a su solicitud.

Atentamente,

Elías Soplín Vargas, 14 de junio del 2024



**GERMANCITO AREVALO REQUEJO**  
DNI: 44303969  
PRESIDENTE

DIRECCION: AV. SAN ANDRES NRO. S/N (A ESPALDAS DE LA I.E. SAN LUCAS) SAN MARTIN - RIOJA - ELIAS SOPLIN VARGAS  
INSCRITO EN LOS REGISTROS PUBLICOS DE MOYOBAMBA N° PARTIDA 11111314 - RUC: 20606798441

*Nota.* Conformidad por parte del presidente de la Asociación de productores agroindustriales frutos de Vida para que me pueda realizar la venta de cladodios de pitahaya a utilizarse en la ejecución de mi tesis.

## Apéndice 5

### Ficha técnica de kasumin

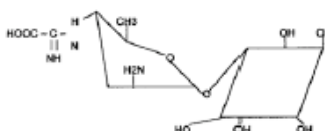
#### FICHA TÉCNICA KASUMIN

##### DATOS DE LA EMPRESA

Empresa Comercializadora : FARMAGRO S.A.  
Titular de Registro : FARMAGRO S.A.  
Número de Registro : 107-96-AG-SENASA

##### IDENTIDAD

Composición : Kasugamicida  
Concentración : 20 g/L  
Formulación : Concentrado soluble (SL)  
Grupo químico : Aminoglicósidos  
Clase de Uso : Fungicida - Bactericida  
Formulación empírica :  $C_{14}H_{25}N_3O_9 \cdot HCl \cdot H_2O$   
Formula estructural :



Peso molecular (g/mol) : 433.8 g/mol

##### CARACTERÍSTICAS

**KASUMIN** es un fungicida y bactericida de amplio rango de acción y origen biológico. Su ingrediente activo se produce de forma natural mediante la fermentación del hongo *Streptomyces kasugaensis*. Puede utilizarse en muchos cultivos y es estable en condiciones normales. Es activo contra numerosos patógenos, como *Pyricularia*, *Cladosporium*, *Pseudomonas* y *Peronosporas*, entre otros. No presenta resistencia cruzada con otros bactericidas y fungicidas.

##### PROPIEDADES FÍSICOQUÍMICAS

Densidad Relativa : 1012.0 g/L a 20°C  
Estado Físico : Líquido  
Color : Verde  
Olor : Sin olor  
Estabilidad en Almacenamiento : Es estable bajo condiciones normales de manipulación y almacenamiento por 2 años.  
Explosividad : No explosivo  
Corrosividad : No corrosivo

#### MODO DE ACCIÓN

**KASUMIN** es absorbido por las hojas y raíces, se trasloca rápidamente en todas las partes de la planta.

#### MECANISMO DE ACCIÓN

**KASUMIN** inhibe la incorporación de los aminoácidos en la síntesis de proteínas de las células en bacterias y hongos, impidiendo la unión del complejo FMET-TRNA a la subunidad 30S del ribosoma. **KASUMIN** es absorbido por las hojas y raíces, movilizándose a todas las partes de la planta, donde previene el desarrollo de hongos y bacterias, e impide el crecimiento de las lesiones.

#### RECOMENDACIONES DE USO

CULTIVO	ENFERMEDAD		DOSIS L/ha	P.C (días)	L.M.R (ppm)
	Nombre común	Nombre científico			
Arroz	Pyricularia	<i>Pyricularia oryzae</i>	1 – 2	7	0.04
Tomate	Cladosporium	<i>Cladosporium fulvum</i>	1.5	7	0.03
Zapallo pepinillo	Podredumbre	<i>Pseudomona spp.</i>	1.5	7	0.05
Cebolla ajo	Mildiú	<i>Peronospora destructor</i>	2.0	7	0.05
Arroz	Añublo bacterial de la panícula	<i>Burkholderia glumae</i>	1.5 – 2.0	7	0.04

P.C: Periodo de carencia.

L.M.R.: Límite máximo de residuos.

#### CONDICIONES DE APLICACIÓN

Realice la primera aplicación de **KASUMIN** tan pronto como aparezcan los primeros síntomas de la enfermedad. Repita cada 7 a 10 días o cuando las condiciones ambientales favorezcan el desarrollo de la enfermedad.

#### COMPATIBILIDAD

**KASUMIN** es compatible con insecticidas de uso común, siempre que no sean productos de reacción alcalina. Tiene un efecto sinérgico con productos a base de cobre y azufre.

#### REINGRESO A UN ÁREA TRATADA

No ingresar a las áreas tratadas hasta 12 horas después de la aplicación.

#### FITOTOXICIDAD

**KASUMIN** no es fitotóxico siguiendo las recomendaciones de la etiqueta.

#### CATEGORÍA TOXICOLÓGICA

Ligeramente Peligroso.

Rev. 19-12-24

## Apéndice 6

### *Promedio de altura de brotes*

<b>Tratamiento</b>	<b>Descripción</b>	<b>Repetición</b>	<b>Altura de brote (cm)</b>	<b>Media</b>
Testigo	Suelo agrícola + Cladodio de 30 cm	R1	46,33	
Testigo	Suelo agrícola + Cladodio de 30 cm	R2	45,67	46,33
Testigo	Suelo agrícola + Cladodio de 30 cm	R3	47,00	
T1	Suelo agrícola + compost + Cladodio de 30 cm	R1	60,67	
T1	Suelo agrícola + compost + Cladodio de 30 cm	R2	62,67	62,89
T1	Suelo agrícola + compost + Cladodio de 30 cm	R3	65,33	
T2	Suelo agrícola + compost + Cladodio de 50 cm	R1	82,33	
T2	Suelo agrícola + compost + Cladodio de 50 cm	R2	83,67	83,11
T2	Suelo agrícola + compost + Cladodio de 50 cm	R3	83,33	
T3	Suelo agrícola + vermicompost + Cladodio de 30 cm	R1	81,00	
T3	Suelo agrícola + vermicompost + Cladodio de 30 cm	R2	80,00	80,89
T3	Suelo agrícola + vermicompost + Cladodio de 30 cm	R3	81,67	
T4	Suelo agrícola + vermicompost + Cladodio de 50 cm	R1	108,00	
T4	Suelo agrícola + vermicompost + Cladodio de 50 cm	R2	109,67	108,67
T4	Suelo agrícola + vermicompost + Cladodio de 50 cm	R3	108,33	
T5	Suelo agrícola + gallinaza + Cladodio de 30 cm	R1	76,00	
T5	Suelo agrícola + gallinaza + Cladodio de 30 cm	R2	78,67	77,67
T5	Suelo agrícola + gallinaza + Cladodio de 30 cm	R3	78,33	
T6	Suelo agrícola + gallinaza + Cladodio de 50 cm	R1	105,33	
T6	Suelo agrícola + gallinaza + Cladodio de 50 cm	R2	103,67	104,33
T6	Suelo agrícola + gallinaza + Cladodio de 50 cm	R3	104,00	

*Nota.* Datos registrados a los 120 días de sembrados los cladodios de pitahaya.

## Apéndice 7

### *Promedio de diámetro de brotes*

<b>Tratamiento</b>	<b>Descripción</b>	<b>Repetición</b>	<b>Diámetro de brote (cm)</b>	<b>Media</b>
Testigo	Suelo agrícola + Cladodio de 30 cm	R1	3,43	
Testigo	Suelo agrícola + Cladodio de 30 cm	R2	3,27	3,38
Testigo	Suelo agrícola + Cladodio de 30 cm	R3	3,43	
T1	Suelo agrícola + compost + Cladodio de 30 cm	R1	3,57	
T1	Suelo agrícola + compost + Cladodio de 30 cm	R2	3,47	3,52
T1	Suelo agrícola + compost + Cladodio de 30 cm	R3	3,53	
T2	Suelo agrícola + compost + Cladodio de 50 cm	R1	3,93	
T2	Suelo agrícola + compost + Cladodio de 50 cm	R2	3,83	3,93
T2	Suelo agrícola + compost + Cladodio de 50 cm	R3	4,03	
T3	Suelo agrícola + vermicompost + Cladodio de 30 cm	R1	3,77	
T3	Suelo agrícola + vermicompost + Cladodio de 30 cm	R2	3,90	3,87
T3	Suelo agrícola + vermicompost + Cladodio de 30 cm	R3	3,93	
T4	Suelo agrícola + vermicompost + Cladodio de 50 cm	R1	4,30	
T4	Suelo agrícola + vermicompost + Cladodio de 50 cm	R2	4,67	4,44
T4	Suelo agrícola + vermicompost + Cladodio de 50 cm	R3	4,37	
T5	Suelo agrícola + gallinaza + Cladodio de 30 cm	R1	3,80	
T5	Suelo agrícola + gallinaza + Cladodio de 30 cm	R2	3,73	3,73
T5	Suelo agrícola + gallinaza + Cladodio de 30 cm	R3	3,67	
T6	Suelo agrícola + gallinaza + Cladodio de 50 cm	R1	4,23	
T6	Suelo agrícola + gallinaza + Cladodio de 50 cm	R2	4,30	4,23
T6	Suelo agrícola + gallinaza + Cladodio de 50 cm	R3	4,17	

*Nota.* Datos tomados a los 120 días de sembrados los cladodios de pitahaya.

## Apéndice 8

### *Promedio de número de brotes*

<b>Tratamiento</b>	<b>Descripción</b>	<b>Repetición</b>	<b>Número de brotes (und)</b>	<b>Media</b>
Testigo	Suelo agrícola + Cladodio de 30 cm	R1	1,67	
Testigo	Suelo agrícola + Cladodio de 30 cm	R2	1,33	1,33
Testigo	Suelo agrícola + Cladodio de 30 cm	R3	1,00	
T1	Suelo agrícola + compost + Cladodio de 30 cm	R1	1,33	
T1	Suelo agrícola + compost + Cladodio de 30 cm	R2	1,33	1,44
T1	Suelo agrícola + compost + Cladodio de 30 cm	R3	1,67	
T2	Suelo agrícola + compost + Cladodio de 50 cm	R1	2,00	
T2	Suelo agrícola + compost + Cladodio de 50 cm	R2	2,33	2,00
T2	Suelo agrícola + compost + Cladodio de 50 cm	R3	1,67	
T3	Suelo agrícola + vermicompost + Cladodio de 30 cm	R1	2,00	
T3	Suelo agrícola + vermicompost + Cladodio de 30 cm	R2	2,00	1,89
T3	Suelo agrícola + vermicompost + Cladodio de 30 cm	R3	1,67	
T4	Suelo agrícola + vermicompost + Cladodio de 50 cm	R1	2,33	
T4	Suelo agrícola + vermicompost + Cladodio de 50 cm	R2	2,33	2,22
T4	Suelo agrícola + vermicompost + Cladodio de 50 cm	R3	2,00	
T5	Suelo agrícola + gallinaza + Cladodio de 30 cm	R1	1,67	
T5	Suelo agrícola + gallinaza + Cladodio de 30 cm	R2	2,00	1,78
T5	Suelo agrícola + gallinaza + Cladodio de 30 cm	R3	1,67	
T6	Suelo agrícola + gallinaza + Cladodio de 50 cm	R1	2,00	
T6	Suelo agrícola + gallinaza + Cladodio de 50 cm	R2	2,33	2,11
T6	Suelo agrícola + gallinaza + Cladodio de 50 cm	R3	2,00	

*Nota.* Datos registrados a los 120 días de sembrados los cladodios de pitahaya.

## Apéndice 9


### Promedio de masa radicular

Tratamiento	Descripción	Repetición	Masa radicular (g)	Media
Testigo	Suelo agrícola + Cladodio de 30 cm	R1	6,03	
Testigo	Suelo agrícola + Cladodio de 30 cm	R2	7,80	6,34
Testigo	Suelo agrícola + Cladodio de 30 cm	R3	5,20	
T1	Suelo agrícola + compost + Cladodio de 30 cm	R1	7,43	
T1	Suelo agrícola + compost + Cladodio de 30 cm	R2	8,17	8,10
T1	Suelo agrícola + compost + Cladodio de 30 cm	R3	8,70	
T2	Suelo agrícola + compost + Cladodio de 50 cm	R1	10,87	
T2	Suelo agrícola + compost + Cladodio de 50 cm	R2	11,33	11,30
T2	Suelo agrícola + compost + Cladodio de 50 cm	R3	11,70	
T3	Suelo agrícola + vermicompost + Cladodio de 30 cm	R1	9,37	
T3	Suelo agrícola + vermicompost + Cladodio de 30 cm	R2	10,57	10,37
T3	Suelo agrícola + vermicompost + Cladodio de 30 cm	R3	11,17	
T4	Suelo agrícola + vermicompost + Cladodio de 50 cm	R1	16,60	
T4	Suelo agrícola + vermicompost + Cladodio de 50 cm	R2	15,90	15,79
T4	Suelo agrícola + vermicompost + Cladodio de 50 cm	R3	14,87	
T5	Suelo agrícola + gallinaza + Cladodio de 30 cm	R1	9,27	
T5	Suelo agrícola + gallinaza + Cladodio de 30 cm	R2	8,80	9,21
T5	Suelo agrícola + gallinaza + Cladodio de 30 cm	R3	9,57	
T6	Suelo agrícola + gallinaza + Cladodio de 50 cm	R1	15,43	
T6	Suelo agrícola + gallinaza + Cladodio de 50 cm	R2	14,90	14,97
T6	Suelo agrícola + gallinaza + Cladodio de 50 cm	R3	14,57	

*Nota.* Datos tomados a los 120 días de sembrados los cladodios de pitahaya.


# Apéndice 10

## Análisis de suelo de los sustratos y de las combinaciones de los tratamientos



**GOBIERNO REGIONAL  
SAN MARTIN**

**Sub Unidad de Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto**  
**Laboratorio de Análisis Agrícolas de Suelos de Nueva Cajamarca**  
 Av. Cajamarca Norte N° 1151, Los Olivos IV Etapa- Distrito de Nueva Cajamarca  
 Provincia de Rioja, San Martín. Teléfono 556443



**Peam**  
 PROYECTO ESPECIAL ALTO MAYO  
 Dirección de Desarrollo Agropecuario

**REPORTE DE RESULTADOS DE ANALISIS DE SUELO - CARACTERIZACION**

**NOMBRE :** Efecto de tres sustratos en el crecimiento vegetativo y radicular de *Selenicereus megalanthus* (K. Schum. ex Vuapei) Moran "Pitahaya amarilla" en condiciones de vivero

**PROCEDENCIA :** Nueva Cajamarca

**FECHA DE INGRESO :** 14 de octubre de 2024

**PROFUNDIDAD :** 0 - 30 cm

**FECHA DE REPORTE :** 18 de noviembre de 2024


**CULTIVO :** *Selenicereus megalanthus*

**ATENCION :** Bach. Cristhian Junior Correa Alvarez


Nro	CLAVE LABORATORIO	TRATAMIENTO	PROCEDENCIA y/o AGRICULTOR	Análisis Físico				Análisis Químico														
				Textura			Clase Textural	Densidad Aparente	pH	C.E. g/m	Carbonatos	M.O.	Elementos Disponibles			Elementos Cambiables						
				Arena %	Arcilla %	Limo %							N %	P ppm	K ppm	CIC	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Al <sup>+++</sup>	Acidez Activa
														meq / 100 gr de suelo								
1	ASC24-0412	Sustrato 1	Compost	26.48	14.22	59.30	Franco Limoso	1.31	8.32	12.52	-	14.047	0.632	66.98	379.42	7.16	5.28	0.65	0.22	1.01	Trazas	0%
2	ASC24-0413	Sustrato 2	Vermicompost	49.56	16.60	33.84	Franco	1.40	9.63	10.89	-	17.063	0.768	82.73	435.18	7.80	5.63	0.79	0.26	1.12	Trazas	0%
3	ASC24-0414	Sustrato 3	Gallinaza descompuesta	42.76	17.38	39.86	Franco	1.44	9.17	14.17	-	19.012	0.856	84.81	409.23	8.92	6.81	0.78	0.27	1.06	Trazas	0%
4	ASC24-0415	Testigo	Suelo Agrícola	67.48	13.96	18.56	Franco Arenoso	1.52	3.90	0.16	-	3.640	0.164	37.25	67.08	6.37	4.48	0.62	0.14	0.23	0.90	13.3%
5	ASC24-0417	T1	Suelo Agrícola + compost	42.86	18.09	41.05	Franco	1.37	6.80	1.35	-	5.842	0.263	52.33	123.23	6.81	5.31	0.89	0.19	0.42	Trazas	0%
6	ASC24-0417	T2	Suelo Agrícola + compost	47.52	15.78	36.70	Franco	1.41	6.70	1.37	-	5.354	0.241	46.81	127.08	7.32	6.07	0.66	0.22	0.38	Trazas	0%
7	ASC24-0415	T3	Suelo Agrícola + vermicompost	59.48	19.38	21.14	Franco Arenoso	1.49	7.16	2.05	-	6.527	0.294	68.25	163.14	8.05	6.21	0.95	0.28	0.61	Trazas	0%
8	ASC24-0416	T4	Suelo Agrícola + vermicompost	61.84	11.67	26.49	Franco Arenoso	1.47	6.81	2.11	-	6.841	0.308	67.37	151.23	8.17	6.35	0.97	0.26	0.59	Trazas	0%
9	ASC24-0418	T5	Suelo Agrícola + gallinaza descompuesta	53.52	17.78	28.70	Franco Arenoso	1.45	7.12	2.23	-	7.118	0.320	69.65	139.87	8.87	7.08	0.97	0.29	0.54	Trazas	0%
10	ASC24-0418	T6	Suelo Agrícola + gallinaza descompuesta	55.14	15.69	29.17	Franco Arenoso	1.48	7.16	2.17	-	6.863	0.309	71.24	146.46	8.94	7.11	1.02	0.27	0.54	Trazas	0%

**METODOLOGIA EMPLEADA EN LOS ANALISIS:**

Textura : Hidrómetro de Bouyoucos	Materia Orgánica : Walkley y Black	Sodio y Potasio : Fotometría de Llama
pH : Potenciómetro en suspensión suelo: agua	Nitrógeno : Micro Kjeldahl	Calcio y Magnesio : Versenato E.D.T.A
Conductividad Eléctrica : Extracto acuoso en la relación suelo: agua 1:1	Fósforo : Olsen Modificado	Aluminio cambiabile : Yuan, extracción con KCl 1N
Carbonatos : Gasovolumétrico con calcímetro de Bernard	Capacidad de Intercambio Catiónico : Suma de Bases cambiabiles	Acidez Activa : Yuan, extracción con KCl 1N



VºBº Ing. Carlos Egoávil De la Cruz  
C.I.P. N° 32743



Tco. Gleoder Ruiz Flores  
Laboratorista de Suelos

**LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS - ESTACIÓN EXPERIMENTAL DE NUEVA CAJAMARCA**  
 Av. Cajamarca Norte N° 1151, Los Olivos IV Etapa

Nota. Análisis realizado al iniciar la ejecución de tesis.

## Apéndice 11

*Prueba de Normalidad Shapiro-Wilk para altura de brote (cm)*

<b>Variable</b>	<b>n</b>	<b>Media</b>	<b>D.E.</b>	<b>W*</b>	<b>p (Unilateral D)</b>
RDUO Altura de brote (cm)	21	0,0	1,04	0,98	0,9472

## Apéndice 12

*Prueba de Normalidad Shapiro-Wilk para diámetro de brote (cm)*

<b>Variable</b>	<b>n</b>	<b>Media</b>	<b>D.E.</b>	<b>W*</b>	<b>p (Unilateral D)</b>
RDUO Diámetro de brote (cm)	21	0,0	0,09	0,95	0,6296

## Apéndice 13

*Prueba de Normalidad Shapiro-Wilk para Número de brotes (ud)*

<b>Variable</b>	<b>n</b>	<b>Media</b>	<b>D.E.</b>	<b>W*</b>	<b>p (Unilateral D)</b>
RDUO Número de brotes (ud)	21	0,0	0,20	0,91	0,1712

## Apéndice 14

*Prueba de Normalidad Shapiro-Wilk para masa radicular (g)*

<b>Variable</b>	<b>n</b>	<b>Media</b>	<b>D.E.</b>	<b>W*</b>	<b>p (Unilateral D)</b>
RDUO Masa radicular (cm)	21	0,0	0,65	0,97	0,8758