

**UNIVERSIDAD NACIONAL**  
**“SANTIAGO ANTUNEZ DE MAYOLO”**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**



**“EFECTO DE TRES DOSIS DE BIOESTIMULANTE CON DOS TIPOS DE SUSTRATO EN LA PROPAGACIÓN ASEXUAL DE ESTACAS DE PITAHAYA ROJA (*Hylocereus hybridum*), BAJO CONDICIONES DE INVERNADERO, DISTRITO DE INDEPENDENCIA, PROVINCIA DE HUARAZ, ANCASH - 2021”**

PRESENTADO POR:

Bach. VERGARA GARCES, Rosa Lizeth

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERA AGRÓNOMA**

ASESORA:

Dra. CAYCHO MEDRANO, Nelly Pilar

**HUARAZ, PERÚ**

**2023**



UNIVERSIDAD NACIONAL  
SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO

"Una Nueva Universidad para el Desarrollo"

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
UNIVERSITARIA DE SHANCAYÁN TELEFAX 043 426 588 - HUARAZ - ANCASH - PERÚ



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Los miembros del Jurado de Tesis que suscriben, reunidos para escuchar y evaluar la sustentación de la Tesis presentado por la Bachiller en Ciencias Agronomía **ROSA LIZETH VERGARA GARCES**, denominada: "EFECTO DE TRES DOSIS DE BIOESTIMULANTE CON DOS TIPOS DE SUSTRATO EN LA PROPAGACIÓN ASEJUAL DE ESTACAS DE PITAHAYA ROJA (*Hylocereus hybridum*), BAJO CONDICIONES DE INVERNADERO, DISTRITO DE INDEPENDENCIA, PROVINCIA DE HUARAZ, ANCASH - 2021", asesorada por la **Dra. NELLY PILAR CAYCHO MEDRANO**, Escuchada la sustentación, las respuestas a las preguntas y observaciones formuladas, la declaramos:

APROBADA CON DISTINCIÓN

CON EL CALIFICATIVO (\*)

DIECISIETE (17)

En consecuencia, queda en condición de ser calificada APTO por el Consejo de Facultad de Ciencias Agrarias y por el Consejo Universitario de la Universidad Nacional "Santiago Antúnez de Mayolo" y recibir el Título de **INGENIERA AGRONOMA**, de conformidad con la Ley Universitaria y el Estatuto de la Universidad.

Huaraz, 24 de octubre de 2023.

Dra. XANDRA AMADA SAAVEDRA CONTRERAS  
PRESIDENTE

M.Sc. SANDRA ELIZABETH SORIA ALBINAGORTA  
SECRETARIA

M.Sc. CLAY EUSTERIO PAJUELO ROLDAN  
VOCAL

Dra. NELLY PILAR CAYCHO MEDRANO  
ASESORA

(\*) De acuerdo con el Reglamento de Tesis, éstas deben ser calificadas con términos de: APROBADO CON EXCELENCIA (19 - 20), APROBADO CON DISTINCIÓN (17 - 18), APROBADO (14 - 16), DESAPROBADO (00 - 13).



UNIVERSIDAD NACIONAL  
SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO

"Una Nueva Universidad para el Desarrollo"

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
UNIVERSITARIA DE SHANCAYÁN TELEFAX 043 426 588 - HUARAZ - ANCASH - PERÚ



### ACTA DE CONFORMIDAD DE TESIS

Los miembros del jurado, luego de evaluar la tesis denominada "EFECTO DE TRES DOSIS DE BIOESTIMULANTE CON DOS TIPOS DE SUSTRATO EN LA PROPAGACIÓN ASEXUAL DE ESTACAS DE PITAHAYA ROJA (*Hylocereus hybridum*), BAJO CONDICIONES DE INVERNADERO, DISTRITO DE INDEPENDENCIA, PROVINCIA DE HUARAZ, ANCASH - 2021", presentada por la Bachiller en Ciencias Agronomía. ROSA LIZETH VERGARA GARCES, y sustentada el día 24 de octubre del 2023, por Resolución Decanatural N° 459-2023 - UNASAM - FCA, la declaramos **CONFORME**.

Huaraz, 24 de octubre de 2023

Dra. XANDRA AMADA SAAVEDRA CONTRERAS  
PRESIDENTE

M.Sc. SANDRA ELIZABETH SORIA ALBINAGORTA  
SECRETARIA

M.Sc. CLAY EUSTERIO PAJUELO ROLDAN  
VOCAL

Dra. NELLY PILAR CAYCHO MEDRANO  
ASESORA

Anexo de la R.C.U N° 126 -2022 -UNASAM  
ANEXO 1  
INFORME DE SIMILITUD.

El que suscribe (asesor) del trabajo de investigación titulado:

"EFECTO DE TRES DOSIS DE BIOESTIMULANTE CON DOS TIPOS DE SUSTRATO EN LA PROPAGACIÓN ASEXUAL DE ESTACAS DE PITAHAYA ROJA (*Hylocereus hybridum*), BAJO CONDICIONES DE INVERNADERO, DISTRITO DE INDEPENDENCIA, PROVINCIA DE HUARAZ, ANCASH - 2021"

Presentado por: Vergara Garces, Rosa Lizeth

con DNI N°: 70093265

para optar el Título Profesional de:

INGENIERA AGRÓNOMA

Informo que el documento del trabajo anteriormente indicado ha sido sometido a revisión, mediante la plataforma de evaluación de similitud, conforme al Artículo 11° del presente reglamento y de la evaluación de originalidad se tiene un porcentaje de : 18 % de similitud.

**Evaluación y acciones del reporte de similitud de los trabajos de los estudiantes/ tesis de pre grado (Art. 11, inc. 1).**

Porcentaje		Evaluación y acciones	Seleccione donde corresponda
Trabajos de estudiantes	Tesis de pregrado		
Del 1 al 30%	Del 1 al 25%	Esta dentro del rango aceptable de similitud y podrá pasar al siguiente paso según sea el caso.	<input checked="" type="radio"/>
Del 31 al 50%	Del 26 al 50%	Se debe devolver al estudiante o egresado para las correcciones con las sugerencias que amerita y que se presente nuevamente el trabajo.	<input type="radio"/>
Mayores a 51%	Mayores a 51%	El docente o asesor que es el responsable de la revisión del documento emite un informe y el autor recibe una observación en un primer momento y si persistiese el trabajo es invalidado.	<input type="radio"/>

Por tanto, en mi condición de Asesor/ Jefe de Grados y Títulos de la EPG UNASAM/ Director o Editor responsable, firmo el presente informe en señal de conformidad y adjunto la primera hoja del reporte del software anti-plagio.

Huaraz, 07/11/2023



Apellidos y Nombres: Caycho Medrano, Nelly Pilar

DNI N°: 09177702

Se adjunta:

1. Reporte completo Generado por la plataforma de evaluación de similitud

NOMBRE DEL TRABAJO

**Efecto de tres dosis de bioestimulante c  
on dos tipos de sustrato.docx**

AUTOR

**Rosa Lizeth Vergara Garcés**

RECUENTO DE PALABRAS

**14436 Words**

RECUENTO DE CARACTERES

**76748 Characters**

RECUENTO DE PÁGINAS

**76 Pages**

TAMAÑO DEL ARCHIVO

**8.5MB**

FECHA DE ENTREGA

**Sep 15, 2023 7:31 PM GMT-5**

FECHA DEL INFORME

**Sep 15, 2023 7:33 PM GMT-5****● 18% de similitud general**

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos.

- 17% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 10% Base de datos de trabajos entregados
- 3% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

**● Excluir del Reporte de Similitud**

- Material bibliográfico
- Material citado
- Material citado
- Material citado
- Fuentes excluidas manualmente

## DEDICATORIA

Primero a Dios por darme la bendición de existir, seguir a mi lado apoyándome, guiándome y direccionando mi vida para contribuir en este mundo.

A mis padres, Eloy Vergara Gamarra y Rufina Garces Balabarca. Mi tía, Mely Balabarca Aldave. Por el amor, cariño y apoyo incondicional que me han brindado en todo momento, al estar presentes en mi vida personal y profesional; por ser ejemplos de perseverancia, fortaleza, solidaridad, humanismo, comunicación, comprensión y sabiduría.

A mis hermanos, Keny Vergara Garces y Carlos Vergara Garces.

Al Ing. Neptalí Díaz León; Ing. Antonina Isabel La Rosa Sánchez. Por brindarme su amistad, tiempo, palabras de aliento, consejos y siempre incentivar a ser mejor cada día.

En general a mi grupo familiar y amistades, por ser personas fundamentales que han contribuido en la obtención de mis logros/éxitos.

## AGRADECIMIENTO

A la Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo y la Facultad de Ciencias Agrarias por haberme permitido formarme profesionalmente y adquirir el conocimiento necesario para lograr mis objetivos en el área de la producción agrícola. A su vez, permitirme poder ejecutar el presente trabajo de investigación dentro de sus instalaciones.

A la Dra. Nelly Pilar Caycho Medrano, asesora de mi tesis, por su tiempo, disposición y orientación para llevar a cabo el presente trabajo de investigación.

A los miembros del Jurado de Tesis, Dra. Xandra Amada Saavedra Contreras, M.Sc. Sandra Elizabeth Soria Albinagorta y M.Sc. Clay Eusterio Pajuelo Roldan por haberme brindado apoyo; hecho sugerencias y correcciones necesarias para que el presente trabajo pueda contribuir a la sociedad en el área agrícola. También, a el Dr. Walter Juan Vásquez Cruz y Mag. Hugo Mendoza Vilcahuaman por ser parte de este proceso.

Al Sr. Glicerio Torres Chauca, encargado del invernadero, por la disposición brindada en mi trabajo de investigación.

## ÍNDICE

DEDICATORIA .....	2
AGRADECIMIENTO.....	3
ÍNDICE DE FIGURAS .....	6
ÍNDICE DE TABLAS .....	7
ÍNDICE DE ANEXOS .....	8
I. RESUMEN.....	9
ABSTRACT.....	10
II. INTRODUCCIÓN.....	11
OBJETIVO GENERAL.....	12
OBJETIVOS ESPECIFICOS .....	12
III. MARCO TEORICO.....	13
3.1. ANTECEDENTES.....	13
3.2. BASES TEORICAS.....	15
3.2.1. Origen .....	15
3.2.2. Taxonomía.....	16
3.2.3. Valor nutricional .....	16
3.2.4. Características botánicas .....	16
3.2.5. Requerimientos edafo – climáticos.....	18
3.2.6. Principales factores que afectan la formación de raíces adventicias .....	19
3.2.7. Métodos de propagación de la pitahaya .....	20
3.2.8. Bioestimulante.....	21
3.2.9. Efecto de los bioestimulantes .....	22
3.2.10. Características de bioestimulante Bio Algas.....	22
3.2.11. Sustrato.....	23
3.2.13. Tipos de sustrato.....	24
3.3. HIPÓTESIS .....	25
3.4. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES .....	26
IV. MATERIALES Y METODOS.....	27
4.1. LOCALIZACION DEL ÁREA EXPERIMENTAL .....	27
4.2. MATERIALES.....	27
4.2.1. Material de propagación.....	27
4.2.2. Insumos de instalación .....	27
4.3. MÉTODOS .....	29

4.3.1. Tipo de investigación.....	29
4.3.2. Diseño experimental.....	29
4.3.3. Tratamientos.....	29
4.3.4. Randomización de los tratamientos.....	30
4.3.5. Croquis del experimento.....	31
4.3.6. Características del campo experimental.....	31
4.4. PROCESAMIENTO DE DATOS.....	32
4.5. PROCEDIMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN.....	34
4.6. EVALUACIONES.....	36
4.6.1. Número de brotes.....	36
4.6.2. Longitud de brotes.....	36
4.6.3. Número de raíces.....	37
4.6.4. Longitud de raíces.....	37
4.6.5. Pesos de raíces.....	38
4.7.6. Área radicular.....	38
V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	40
VI. CONCLUSIONES.....	60
VII. RECOMENDACIONES.....	61
VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	62
IX. ANEXOS.....	69

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Croquis del experimento. ....	31
Figura 2: Llenado de bolsas con sustratos. ....	34
Figura 3: Aplicación de las diferentes dosis de Bio Algas según tratamiento. ....	35
Figura 4: Medición de longitud de brotes. ....	36
Figura 5: Lavado de área radicular. ....	37
Figura 6: Medición de la longitud de raíces. ....	37
Figura 7: Secado de raíces. ....	38
Figura 8: Scaneado del área radicular. ....	39
Figura 9: Efecto de la dosis de bioestimulante en el número de brotes. ....	41
Figura 10: Efecto de los tipos de sustrato en el número de brotes. ....	41
Figura 11: Efecto de la dosis de bioestimulante en la longitud de brotes. ....	38
Figura 12: Efecto de los tipos de sustrato en la longitud de brotes. ....	43
Figura 13: Efecto de la dosis de bioestimulante en el número de raíces. ....	45
Figura 14: Efecto de los tipos de sustrato en el número de raíces. ....	45
Figura.15: Efecto de los tipos de sustrato en el número de raíces. ....	45
Figura 16: Efecto de los tipos de sustrato en la longitud de raíces. ....	47
Figura 17: Efecto de la dosis de bioestimulante en el peso fresco de las raíces. ....	49
Figura 18: Efecto de los tipos de sustrato en el peso fresco de las raíces. ....	49
Figura 19: Efecto de la dosis de bioestimulante en el peso seco de raíces. ....	51
Figura 20: Efecto de los tipos de sustrato en el peso seco de raíces. ....	51
Figura 21: Efecto de la dosis de bioestimulante en el área radicular (cm <sup>2</sup> ). ....	53
Figura 22: Efecto de los tipos de sustrato en el área radicular (cm <sup>2</sup> ). ....	53
Figura 23: Resultado del análisis de fertilidad – S1 .....	75
Figura 24: Resultado del análisis de fertilidad – S2 .....	76
Figura 25: Visita de supervisión por parte de la asesora: Dra. Nelly Pilar CAYCHO MEDRANO. ....	77
Figura 26: Visita de supervisión por parte del Dr. Walter Juan VASQUEZ CRUZ. ....	77
Figura 27: <i>Visita de supervisión por parte del Mag. Hugo MENDOZA VILCAHUAMAN.</i> 78	
Figura 28: Visita de supervisión por parte del Ing. Clay Eusterio PAJUELO ROLDAN. .	78

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Composición química - física.....	23
Tabla 2: Operacionalización de variables.....	26
Tabla 3: Tratamientos en estudio.....	30
Tabla 4: Randomización de los tratamientos.....	30
Tabla 5: Análisis de varianza generalizado para un Diseño Completamente al Azar en arreglo factorial.....	33
Tabla 6: Análisis de varianza para el número de brotes a los 7 (mds). Datos transformados por la raíz cuadrada.....	40
Tabla 7: Prueba de Comparación de Medias de Tukey, para el número de brotes a los 7 (mds). Datos transformados por la raíz cuadrada. ....	40
Tabla 8: Análisis de varianza para la longitud de brotes a los 7 (mds). ....	42
Tabla 9: Prueba de Comparación de Medias de Tukey, para la longitud de brotes a los 7 (mds). ....	42
Tabla 10: Análisis de varianza para el número de raíces a los 7 (mds). Datos transformados por la raíz cuadrada.....	44
Tabla 11: Prueba de Comparación de Medias de Tukey, para el número de raíces a los 7 (mds). Datos transformados por la raíz cuadrada. ....	44
Tabla 12: Análisis de varianza para la longitud de raíces a los 7 (mds).....	46
Tabla 13: Prueba de Comparación de Medias de Tukey, para la longitud de raíces a los 7 (mds). ....	46
Tabla 14: Análisis de varianza para el peso fresco de raíces a los 7 (mds). ....	48
Tabla 15: Prueba de Comparación de Medias de Tukey, para el peso fresco de raíces a los 7 (mds).....	48
Tabla 16: Análisis de varianza para el peso seco de raíces a los 7 (mds). ....	50
Tabla 17: Prueba de Comparación de Medias de Tukey, para el peso seco de raíces a los 7 (mds). ....	50
Tabla 18: Análisis de varianza para el área radicular a los 7 (mds). ....	52
Tabla 19: Prueba de Comparación de Medias de Tukey, para el área radicular a los 7 (mds). ....	52
Tabla 20: Análisis económico por Ha de tratamientos dentro de la investigación.....	55
Tabla 21: Costo de producción del T1 por Ha. ....	69
Tabla 22: Costo de producción del T2 por Ha. ....	70

Tabla 23: Costo de producción del T3 por Ha. ....	71
Tabla 24: Costo de producción del T4 por Ha. ....	72
Tabla 25: Costo de producción del T5 por Ha. ....	73
Tabla 26: Costo de producción del T6 por Ha. ....	74
Tabla 27: Datos del número de brotes .....	79
Tabla 28: Datos del número de brotes – Datos transformados por la raíz cuadrada ( $\sqrt{X + 1}$ ) .....	79
Tabla 29: Datos de longitud de brotes .....	79
Tabla 30: Datos del número de raíces .....	80
Tabla 31: Datos del número de raíces - Datos transformados por la raíz cuadrada ( $\sqrt{X + 1}$ ). .....	80
Tabla 32: Datos de longitud de raíces .....	80
Tabla 33: Datos del peso fresco de raíces.....	81
Tabla 34: Datos del peso seco de raíces .....	81
Tabla 35: Datos del área radicular .....	81

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Datos de costos de producción por tratamientos. ....	69
Anexo 2: Análisis de los tipos de sustratos. ....	75
Anexo 3: Panel fotográfico.....	77
Anexo 4: Datos de las evaluaciones .....	79

## I. RESUMEN

El presente trabajo de investigación se ejecutó en el invernadero de la Facultad de Ciencias Agrarias – UNASAM, con la finalidad de evaluar el efecto de tres dosis de bioestimulante con dos tipos de sustrato en la propagación asexual de estacas de pitahaya roja *Hylocereus hybridum*, bajo condiciones de invernadero, que se efectuó entre los meses de diciembre de 2021 al mes de julio de 2022.

En el experimento se utilizó el Diseño Completamente al Azar (DCA) en arreglo factorial 3 x 2 y 4 repeticiones. Los tratamientos fueron: T1 (Sin Bio Algas + 7 Arena: 3 Compost), T2 (35 ml de Bio Algas /20L + 7 Arena: 3 Compost), T3 (65 ml de Bio Algas /20L + 7 Arena: 3 Compost), T4 (Sin Bio Algas + 7 Arena: 3 Humus), T5 (35 ml de Bio Algas /20L + 7 Arena: 3 Humus), T6 (65 ml de Bio Algas /20L + 7 Arena: 3 Humus). Las variables evaluadas fueron: Número de brotes, longitud de brotes, número de raíces, longitud de raíces, pesos de raíces y área radicular.

Se determinó que la dosis de bioestimulante, D2 (65 ml de Bio Algas /20L) es la más adecuada para ser aplicada en la propagación asexual de estacas de pitahaya roja *Hylocereus hybridum*, bajo condiciones de invernadero. Se obtuvo los mejores resultados en las características evaluadas: Número de brotes con 2.38 unidades, longitud de brotes con 22.34 cm, número de raíces con 4.05 unidades, longitud de raíces con 12.45 cm, peso fresco de raíces con 9.93 g, peso seco de raíces con 4.69 g y área radicular con 92.01 cm<sup>2</sup>, respecto a los valores promedios obtenidos con las demás dosis de bioestimulante (D1 y D0).

Con respecto a la interacción de los tipos de sustratos y dosis de bioestimulante no se encontraron diferencias estadísticas significativas.

**Palabras clave:** Propagación, bioestimulante, sustrato, pitahaya.

## ABSTRACT

The present research work was carried out in the greenhouse of the Faculty of Agrarian Sciences - UNASAM, with the purpose of evaluating the effect of three doses of biostimulant with two types of substrate on the asexual propagation of cuttings of red pitahaya *Hylocereus hybridum*, under conditions greenhouse, which was carried out between the months of December 2021 to the month of July 2022.

In the experiment, the Completely Random Design (DCA) was used in a 3 x 2 factorial arrangement and 4 repetitions. The treatments were: T1 (Without Bio Algae + 7 Sand: 3 Compost), T2 (35 ml of Bio Algae /20L + 7 Sand: 3 Compost), T3 (65 ml of Bio Algae /20L + 7 Sand: 3 Compost) , T4 (Without Bio Algae + 7 Sand: 3 Humus), T5 (35 ml of Bio Algae /20L + 7 Sand: 3 Humus), T6 (65 ml of Bio Algae /20L + 7 Sand: 3 Humus). The evaluated variables were: Number of shoots, shoot length, number of roots, root length, root weights and root area.

It was determined that the dose of biostimulant, D2 (65 ml of Bio Algas /20L) is the most appropriate to be applied in the asexual propagation of cuttings of pitahaya red *Hylocereus hybridum*, under greenhouse conditions. The best results were obtained in the evaluated characteristics: Number of shoots with 2.38 units, length of shoots with 22.34 cm, number of roots with 4.05 units, length of roots with 12.45 cm, fresh weight of roots with 9.93 g, dry weight of roots. with 4.69 g and root area with 92.01 cm<sup>2</sup>, compared to the average values obtained with the other doses of biostimulant (D1 and D0).

Regarding the interaction of the types of substrates and doses of biostimulant, no statistically significant differences were found.

**Keywords:** Propagation, biostimulant, substrate, pitahaya.

## II. INTRODUCCIÓN

La planta de pitahaya *Hylocereus spp.* es un cultivo tropical y pertenece a la familia de las cactáceas. El género *Hylocereus* puede clasificarse en tres especies diferentes según el color de la piel y la pulpa, es decir, *Hylocereus undatus* (piel roja, pulpa blanca), *Hylocereus polyrhizus* (piel y pulpa roja), *Hylocereus costaricensis* (piel y pulpa rojas) e *Hylocereus megalanthus* (piel amarilla y pulpa blanca) (Nerd et al., 2002 citado por Soe, 2019).

La fruta de la pitahaya tiene un gran potencial por ser un cultivo rentable para los agricultores. El mercado asiático es uno de los que tiene mayor demanda de este cultivo. Las plantas del género *Hylocereus* comienza a obtener rendimientos significativos aproximadamente a los tres años después de la siembra y alcanza una mayor producción después de los cinco años (Soe, 2019, p.16).

La propagación asexual es común observarla para cactáceas que producen frutos comestibles. La ventaja de la propagación asexual es que se conservan las características de las plantas madre; sin embargo, su principal desventaja es que no hay variabilidad genética. Tradicionalmente en el sistema de plantación en cultivos de traspatio y hasta en cultivos comerciales, de nopal (*Opuntia spp.*), pitahaya (*Hylocereus spp.*) y pitahaya (*Stenocereus spp.*) se han utilizado como materiales vegetativos, estacas de diferentes longitudes sin enraizar, ocasionando con ello el no éxito de su establecimiento. Por lo tanto, el uso de plantas enraizadas previamente garantiza un mayor éxito al trasplantar las plantas a su lugar definitivo (Cruz et al., 2015)

La aplicación de bioestimulante vegetal en la propagación de plantas a base de extractos de algas marinas *Ascophyllum nodosum*, el cual contiene citoquininas y auxinas que actúan como promotores del crecimiento vegetal (Biopower, 2020). Es una alternativa, que actualmente está ganando cada día más amplitud e importancia por el contenido de extractos de algas que además de ser mejoradoras de suelos también estimulan para que aumenten determinadas expresiones metabólicas y fisiológicas en los vegetales (Sabir et al., 2014).

Por ello se pretende investigar y determinar una dosis óptima de bioestimulante a emplear en la fase de propagación asexual de las estacas de pitahaya roja (*Hylocereus hybridum*) con el mejor tipo de sustrato que obtengan las mejores características con respecto

a calidad de brotes y un mayor desarrollo radicular, el cual es la base para una buena absorción de nutrientes, un buen desarrollo de la futura planta al instalarlo en el campo definitivo. Desarrollando así tecnología, empleando bioestimulante a base de extracto de algas y sustratos accesibles para los pequeños agricultores que están iniciando con este cultivo.

### **OBJETIVO GENERAL**

- Evaluar el efecto de tres dosis de bioestimulante con dos tipos de sustrato en la propagación asexual de estacas de pitahaya roja *Hylocereus hybridum*, bajo condiciones de invernadero distrito de Independencia, provincia de Huaraz, región Ancash- 2021.

### **OBJETIVOS ESPECIFICOS**

- Determinar la dosis adecuada de bioestimulante en la propagación asexual de estacas de Pitahaya roja *Hylocereus hybridum*, bajo condiciones de invernadero distrito de Independencia, provincia de Huaraz, región Ancash- 2021.
- Identificar el mejor tipo de sustrato para la propagación asexual de estacas de pitahaya roja *Hylocereus hybridum*, bajo condiciones de invernadero distrito de Independencia, provincia de Huaraz, región Ancash- 2021.

### III. MARCO TEORICO

#### 3.1. ANTECEDENTES

##### A nivel internacional

Balaguera et al. (2010) en su estudio de investigación científica sobre el tamaño del cladodio y los niveles de auxina influyen en la propagación asexual de pitaya (*Selenicereus megalanthus* Haw.) en la ciudad de Tunja, Colombia. Los resultados de esta investigación demostraron que la longitud de raíces fue estadísticamente diferente debido a los tratamientos, al efecto independiente de AIB y el tamaño de cladodio. El mejor tratamiento fue el cladodio de 60 cm y la concentración de 4.500 mg L<sup>-1</sup> de AIB esto garantiza mayor prendimiento, un sistema radical de mejor calidad y mayor producción de brotes; estos factores, de forma independiente, también generaron la mayor respuesta.

Montoya & Umanzor (2013) menciona en su tesis de pregrado titulada: "Evaluación de diferentes sustratos usados en la propagación de las especies de nopal (*Opuntia ficus indica* L.) y pitahaya (*Hylocereus undatus* Britt et Rose.)", Managua, Nicaragua. Con esta investigación demostraron que el mejor tratamiento que presentó mayores resultados en los dos cultivos de nopal y pitahaya fue el de humus de lombriz + suelo (dosis de 50% cada uno).

En la tesis sobre la propagación de pitahaya *Hylocereus undatus* mediante estacas con enraizadores ANA y AIB en el cantón puerto Quito, Ecuador. Dio como resultado que la mejor respuesta obtenida fue la concentración T3 con 2000 mg kg<sup>-1</sup> AIB + 2000 mg kg<sup>-1</sup> ANA con mejor número de raíces 10.40; longitud de raíces 20.8 cm; el porcentaje de enraizamiento de 96.20 % y porcentaje de mortalidad de 3.80 % y, con 22 % de rentabilidad (Torres, 2015).

Según Veliz (2017) en su tesis titulada: "Hormonas ANA Y AIB para la propagación asexual en esquejes de pitahaya roja (*Hylocereos undatus*)" de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, en su tesis de pregrado. Concluyó que el tratamiento T2 (3500 ppm de ANA + 3500 ppm de AIB) obtuvo buenos resultados para todas las variables, obteniendo así un 98.00 % de enraizamiento, una altura de brotes de 1.86 y alcanzando un promedio de longitud de brotes de 21.39 cm y que las tres dosis de hormonas ANA y AIB en combinaciones de 3000, 3500 y 4000 ppm presentaron los mejores porcentajes de enraizamiento en comparación con el testigo (Sin Hormona) que presentó el menor

porcentaje, es decir que utilizando estas hormonas si influyen en el enraizamiento de esquejes de la pitahaya roja.

Montejo (2020) manifiesta en su tesis de pregrado titulada: “Evaluación del efecto de sustratos y enraizadores en la propagación vegetativa de la pitahaya” en Jacaltenango, Mexico. Resultó como mejor sustrato, la broza presentando los mejores resultados en las variables medidas en la investigación, mayor crecimiento vegetativo crecimiento radicular. En la interaccion de estos dos factores el mejor tratamiento fue (broza + ácido indolbutírico) presentando una utilidad y rentabilidad mayor a los otros tratamientos.

### **A nivel nacional**

De acuerdo con Rojas (2020) en su tesis sobre efecto de dos enraizadores y una mezcla en la propagación por estacas de *Hylocereus undatus* en Santiago de Chuco, La Libertad, Perú. Concluye que los tratamientos usados para el enraizamiento por estacas de *Hylocereus undatus*, si tienen un efecto significativo en el número (0.070) y longitud de las raíces (0.016 cm), porcentaje de sobrevivencia de enraizamiento (0.016), enraizamiento de estacas (0.016), numero de yemas (0.089), longitud de yemas (0.749 cm), ancho de yema (0.513 cm); asimismo se indica que el mejor tratamiento es el T1 (1000 mg de AIA) con el que se obtuvieron los mejores resultados en cada una de las variables evaluadas.

Según Rodriguez (2019) señala en su tesis titulada : Efecto del ácido indolbutírico en la propagación vegetativa de la pitahaya amarilla (*Selenicereus megalantus* Haw.) en diferentes sustratos bajo condiciones de vivero en Milpuc - Rodríguez de Mendoza. Amazonas – Perú. Tesis de Pregrado. El mejor resultado se obtuvo a concentraciones de 4000 y 3000 mg/L, para longitud y numero de raiz, respectivamente, en la cual se puede presumir que se encuentra la mejor dosis para enraizamiento. Estos resultados fueron mejor expresados cuando se empleo turba como sustrato. Cabe mencionar que los resultados no son estadísticamente significativos, pues el AIB y los sustratos utilizados en interaccion no tienen significancia en número de raíces y longitud de raíces.

Chocaca (2019) en su investigación de tesis de pregrado sobre: La interacción de tipos de sustrato con dos tamaños de cladodios en la propagacion asexual de pitahaya amarilla (*Cereus triangularis*) en el Distrito de churuja - region Amazonas, obtuvo como resultado que los cladodios con un tamaño de 30 cm instalados en un sustrato franco arcilloso

compuesto por 75 % de tierra agrícola + 25 % de humus de lombriz fueron los que produjeron las plantas de mayor calidad de pitahaya.

Tuanama (2021) menciona en su investigación de tesis titulada: “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” realizado en Tarapoto. Evaluó número de brotes, longitud de brotes, diámetro de brotes, longitud de raíz y peso seco de raíz, obtuvo que los factores evaluados y su interacción resultó estadísticamente no significativos.

### **A nivel local**

Con respecto al sustrato que favorece el proceso de enraizamiento. Ortiz (2019) en el trabajo de investigación titulado 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. Los resultados demostraron que el tratamiento T3 con la mezcla de sustrato 3 Arena: 1 Turba: 1 Humus, se obtiene la mejor calidad de plantas de pitahaya amarilla (*Selenicereus megalanthus*), por ser superior en el tamaño de brotes, diámetro de brotes, número de brotes, longitud de raíces y número de raíces.

## **3.2.BASES TEORICAS**

### **3.2.1. Origen**

“La variedad de pitahaya roja *Hylocereus* sp. es una fruta nativa americana que pertenece a la familia de las cactáceas, subfamilia Cactoideae, Tribu Hylocereeae y género *Hylocereus*” (Raveh, *et al.*, 1993, p. 491).

PROCOMER (2021) menciona “dos géneros de la familia de las cactáceas: *Hylocereus* y *Selenicereus*”. (p. 4)

Macavilca (2019) reitera que “la pitahaya, comúnmente conocida como fruta del dragón o fruta del dragón, es una fruta de cactus originaria de América del Sur y comúnmente cultivada en países tropicales”. (p. 9)

### 3.2.2. Taxonomía

Familia: Cactácea

Género: *Hylocereus*

Especie: *hybridum*

### 3.2.3. Valor nutricional

INTA (2002) confirma desde “el punto de vista médico que la pitahaya se utiliza como laxante natural, acción vermífuga, cardiotónico y tónico nervioso y ayuda a mantener el funcionamiento normal del estómago y del intestino” (p. 6).

El cultivo de la pitahaya roja *Hylocereus hybridum* es una fruta con diversas propiedades nutricionales. Es una fuente de antioxidantes naturales que ayudan a reducir la proliferación de radicales libres en nuestro organismo, que son los responsables de la aparición de tumores cancerosos y otras enfermedades graves. Contiene vitamina C, que protege contra resfriados y gripes; entre sus propiedades también destaca su contenido en captina, un tónico cardíaco natural que ayuda a relajar el sistema nervioso. Además, contiene riboflavina (vitamina B2), la cual es fundamental para la producción de glóbulos rojos. (Peru.info, 2019, párr. 5)

Castillo (2006) refiere que es una rica fuente de agua, calorías, ácido ascórbico, fósforo y carbohidratos; cada 100 gramos de fruta del dragón contienen 89,4 gramos de agua, 36,00 calorías, 25,00 mg de ácido ascórbico, 9,00 mg de carbohidratos. El valor energético del tallo es superior al de algunas verduras comunes (zanahorias, lechuga) y el contenido de hierro es similar al de las espinacas crudas. (pp. 18-19)

### 3.2.4. Características botánicas

Las especies del género *Hylocereus* son plantas trepadoras con tallos de color verde oscuro brillante teniendo bordes de las aristas entre las areolas convexos. Su fruto, indehiscente y sin espinas, presenta unas brácteas verdes muy desarrolladas, mientras que la pulpa puede ser roja o blanca según la variedad. La mayoría de las especies cultivadas en el mundo pertenecen a este género. Las más importantes son: *H. undatus*, *H. hybridum*, *H. guatemalensis*, *H. polyrhizus*, *H. costaricensis*, *H. purpusii* y *H. triangularis*. (Magraner, 2020, p. 13)

**Tallo:** Los tallos también llamados cladodios, tienen hábitos trepadores y se ramifican en varios segmentos los cuales llegan a crecer hasta dos metros de largo. Los tallos presentan aristas las cuales son llamadas ‘costillas’, así como espinas, que dependiendo de la cantidad y forma de inserción son utilizadas para identificar los clones. (INTA, 2002, p. 7)

Gibson (1986) sugiere que “los cladodios tienen suficiente capacidad de almacenamiento y utilización durante períodos cortos de sequía” (p. 28).

“La pitahaya es un cultivo perenne que requiere de soporte, pues su arquitectura no permite sostenerse por sí misma” (ICA, 2012, p. 6).

Pitanorte (2013) menciona que “los cladodios de pitahaya variedad *hybridum* *Hylocereus hybridum*, son gruesos, verde oscuro con espinas” (párr. 2).

**Flor:** Las flores de la pitahaya son hermafroditas, de 15 a 30 cm de largo, tubulares, blancas o amarillas, y se abren por la noche. La primera cosecha se realiza a los 18 meses de la siembra y su cosecha significativa comienza al tercer año. (CENICAFE, 1990, p. 178)

“Las flores de la fruta del dragón tienen forma de trompeta, de color blanco, amarillo o rosa. Emergen de la parte del tronco más expuesta a la luz solar” (INTA, 2002, p. 7).

**Raíz:** “El sistema radicular es poco desarrollado y muy superficial, suficiente para desarrollarse en condiciones silvestres” (CENICAFE, 1990, p.178).

Se mencionan que las raíces primarias nacen en la parte del tallo que está dentro del suelo, son largas, delgadas y ramificadas las cuales se extienden sobre la superficialmente del suelo. A lo largo del tallo aparecen indistintamente las raíces secundarias o adventicias, que juegan un papel de soporte y algunas de estas llegan al suelo, con la cual se extiende el área de absorción de humedad y nutrientes. La pitahaya se reproduce vegetativamente (a través de segmentos de tallo) tiene ambos tipos de raíces, pero carecen de una raíz principal. (Castillo et al.,1996, p. 19)

**Fruto:** “Los frutos son bayas de diferentes tamaños y formas: ovoides, redondas y oblongas. La cáscara tiene brácteas, carnosas y cerosas” (INTA, 2002, p. 7).

La fruta del dragón *Hylocereus hybridum* tiene una piel roja gruesa, brácteas delgadas y muy pegadas. La pulpa es de color rojo oscuro con semillas negras. Es redondo y lo distingue claramente de los demás. El peso promedio por unidad es de 350-500 gramos. (Domínguez, 2016, p. 20)

**Semillas:** Las semillas son numerosas, pequeñas (1 a 2 mm), con un funículo largo, estructura que conecta la semilla con la pared interna de la fruta. Las semillas se distribuyen en la pulpa y tienen la testa de color negra, brillante y lisa rodeada de una sustancia pegajosa. (Castillo et al., 1996, p. 17)

### 3.2.5. Requerimientos edafo – climáticos

**Altitud:** Esta cactácea logra desarrollarse en altitudes de 0 hasta 2500 m.s.n.m. Aunque los mejores rendimientos han sido observados a los 700 a 1900 m.s.n.m (García y Quiroz, 2011, p. 18).

**Temperatura:** A la variedad de pitahaya *Hylocereus hybridum* le gustan los climas tropicales y subtropicales húmedos con mucha lluvia, poca variación de temperatura a lo largo del año y sin heladas. Sin embargo, también puede prosperar en climas secos. La planta suele prosperar a temperaturas entre 16 y 25°C, aunque puede soportar temperaturas de hasta 45°C. Sin embargo, temperaturas superiores a los 38°C pueden provocar quemaduras y dificultar el cuaje de las flores. (Magraner, 2020, p.17)

**Precipitaciones:** Aguilar (2015) indica que “suelen cultivarse en zonas áridas, ya que esta tiene la capacidad de resistir condiciones de baja disponibilidad de agua, por ello requieren un promedio anual de entre 600 a 1500 mm. con respecto a las precipitaciones” (p. 3).

**Luz:** “La exposición prolongada a la luz solar directa puede dañar la planta, por lo que su exposición parcial sea conveniente con un 30% de sombra. Sin embargo, la sombra excesiva puede provocar una reducción en el rendimiento” (INFOAGRO, 2021, párr. 10).

**Suelo:** “La planta necesita un suelo de tipo franco con un pH de 5-7 para crecer bien, no se debe sembrar en suelo arcilloso ya que tiene problemas de drenaje (filtración de agua) y puede causar pudriciones por enfermedades bacterianas” (INTA, 2002, p.12).

### 3.2.6. Principales factores que afectan la formación de raíces adventicias

Según Hartmann y Kester (1998) mencionan las siguientes:

**Edad de la planta madre:** Las estacas extraídas de plantas jóvenes (en su fase de crecimiento juvenil), enraízan con mayor facilidad que aquellas tomadas de plantas más viejas (en fase de crecimiento adulto), dado que con la edad se produce un incremento en la presencia de inhibidores para la formación de raíces. (p. 281)

**Condición fisiológica de la planta madre:** El material más idóneo en el enraizamiento de estacas es donde prima mayor cantidad de carbohidratos, lo que se asocia a la firmeza y rigidez de los tallos. A concentraciones bajas tienden a ser tallos suaves y flexibles. En las plantas madre, se ve favorecido el enraizamiento cuando se tiene niveles bajos de nitrógeno y elevado nivel de carbohidratos, por ello conviene utilizar material proveniente de plantas madre que se hallen a pleno sol, lo cual garantiza la acumulación de carbohidratos. (p. 278)

**Tipo de estaca:** En especies leñosas, el tipo de estaca a extraer varía, pero sea demostrado que la mejor respuesta se encuentra al usar ramas laterales y, al parecer, existe un efecto opuesto entre el crecimiento vegetativo y floral. Cuando las estacas se extraen en cualquier época del año, durante el estado vegetativo, enraízan bien, pero tan pronto como la planta madre empieza a florecer, las estacas difícilmente formarán raíces. Se ha observado variaciones en la producción de raíces entre las diferentes porciones de estaca (apical o basal), encontrándose, el mayor efecto enraizante en la porción basal de la misma. (p. 283)

**Época de colecta:** Los efectos durante épocas del año son reflejo de la respuesta de las estacas a las condiciones ambientales. Sin embargo, puede tener una gran influencia, siendo esta clave para conseguir un enraizamiento exitoso. En el caso de especies siempreverdes de hoja ancha, enraízan con mayor facilidad si después de que se ha completado el ciclo de crecimiento se extraen las estacas y la madera está parcialmente madura; va a depender mucho de la especie que se esté reproduciendo asexualmente. (p. 286)

**Condiciones sanitarias:** “La infestación de algún agente patógeno en las estacas reduce el porcentaje y número de raíces que se forman” (p. 303).

**Condiciones ambientales:** “La temperatura debe variar de 21 a 27° C en el día y de 15° C en la noche, aunque ciertas especies enraízan a temperaturas más bajas” (p. 294). Sin embargo, Mainardi (1980) menciona que para “el enraizamiento de estacas, las temperaturas deben oscilar entre 20 y 26 °C para un mayor efecto” (p. 38).

La luz es de importancia primaria en el enraizamiento de estacas, ya que los productos de la fotosíntesis son importantes para la iniciación y el crecimiento de las raíces. Además, informan que la intensidad y duración de la luz deben ser lo suficientemente grandes para que se acumulen más carbohidratos de los que se emplean en la respiración (Hartmann y Kester, 1998, p. 297).

**Condiciones de enraizamiento:** Con respecto a los sustratos de enraizamiento pueden ser muy variados. Estos, deben proporcionar una buena aireación, una alta capacidad de retención de agua y buen drenaje, además de mantener a la estaca, durante el período de enraizamiento, libre de bacterias y hongos perjudiciales (Hartmann y Kester, 1998, p. 329).

Leakey (2014) afirma que el medio de enraizamiento debe permitir la respiración de los tejidos y evitar la anoxia, la cual estimula la putrefacción y la mortalidad de las estacas.

### 3.2.7. Métodos de propagación de la pitahaya

La fruta del dragón puede reproducirse de dos maneras:

INTA (2002) afirma que se propaga “a través de semillas sexuales y segmentos de tallo (vegetativo)” (p.10).

#### **Propagación sexual**

Mayormente no se utiliza este método porque presenta serios inconvenientes. Para ello se debe instalar un semillero el cual requiere cuidados intensivos, su desarrollo es muy lento, la fructificación es tardía y el rendimiento es bajo, y las plantas presentan una gran variación genética y fenológica. Este método de propagación es muy importante para la mejora genética de los cultivos. (p. 10)

“La propagación de semillas reproductivas toma mucho tiempo (en algunos casos hasta 20 años) para la floración y posterior producción de frutos” (PROCOMER, 2020, p. 9).

### **Propagación asexual**

Este método es el más apropiado para una propagación comercial de plantas de pitahaya. Por ello, se recomienda utilizar estacas de 80 cm de altura aproximadamente, procedente de plantas sanas, vigorosas, de alto rendimiento, frutos de buen tamaño y calidad. Estos tallos deben esterilizarse en una solución de insecticida y fungicida. (INTA, 2002, p. 12)

La propagación asexual por estaca es el método más común de propagación de este cultivo, las estacas miden de 25 a 30 cm de largo y deben seleccionarse en el campo de una planta madre que tenga por lo menos de instalado dos años. Secar a la sombra durante la semana. (Ruiz, 2021, p. 13)

### **3.2.8. Bioestimulante**

Un bioestimulante es cualquier sustancia o microorganismo que, cuando se aplica a una planta, es capaz de aumentar la eficiencia de la planta en la absorción y asimilación de nutrientes, la tolerancia al estrés biótico o abiótico, o mejorar cualquiera de sus propiedades agronómicas, independientemente de su valor nutricional. (García, 2017, párr. 1)

FAO (2003) afirma que “los bioestimulantes se utilizan para mejorar la calidad del vegetal activando el desarrollo de diversos órganos (raíces, frutos, hojas, etc.) y reduciendo los daños causados por estrés (fitosanitarios, enfermedades, frío, calor, etc.)” (p. 32)

Edmeades (2002), “Los bioestimulantes como productos naturales o sintéticos, solos o mezclados con fertilizantes, promueven el crecimiento de las plantas al inducir procesos fisiológicos específicos. Las cuales potencian o mejoran la sanidad del cultivo, independientemente de que aporten nutrientes” (p. 12).

Según Radley et al. (2016) considera como una definición más reciente, se encuentra aquella hecha por el EBIC (Consejo Europeo de la Industria de los Bioestimulantes) durante el año 2018. “Un bioestimulante vegetal es aquel material que contiene sustancia(s) y/o microorganismos cuya función, cuando se aplica a las plantas o la rizosfera, es estimular los procesos naturales para beneficiar la absorción de

nutrientes y la eficiencia de su uso, la tolerancia al estrés abiótico y biótico y/o la calidad del cultivo, independientemente de su contenido en nutrientes”.

### 3.2.9. Efecto de los bioestimulantes

La literatura científica muestra los resultados de los bioestimulantes con múltiples efectos, por ejemplo, brindan mayor desarrollo en raíces, mayor capacidad de absorción, lo que se refleja en mayores rendimientos. Efecto "arrancador" de semillas, mejor germinación y menos estrés. En cuanto a las flores; mayor y mejor floración y amarre, en frutos, mayor tamaño, mejor calidad y vigor, mejor nutrición, mejor desarrollo y resistencia al estrés de la planta (Innobak Global, 2021, párr. 15)

### 3.2.10. Características de bioestimulante Bio Algas

BIOPOWER (2020) refleja la siguiente ficha de Bio Algas:

Es un bioestimulante vegetal a base de extractos de algas marinas del género *Ascophyllum nodosum* de la más alta calidad, caracterizado por un alto contenido en citoquininas y auxinas, que actúan como promotores del crecimiento vegetal en las plantas para aumentar significativamente los rendimientos. Promueve de manera efectiva la capacidad de las plantas para superar el estrés ambiental en condiciones adversas como la sequía y las heladas. También fortalece los mecanismos de defensa de la planta, ayuda a resistir fuertes plagas, enfermedades, etc. Además, aporta a las plantas macronutrientes a partir de un producto totalmente natural, que ayuda a restaurar las propiedades fisicoquímicas del suelo, mejora su estructura y mejora la capacidad de intercambio iónico y la microflora del suelo. (párr.1)

#### **Dosificación general**

- Foliar: Se aplica en todo el cultivo, 500 ml/200L de agua. Cada 15 - 20 días.

**Tabla 1***Composición química - física*

COMPOSICIÓN	
Extracto de algas	210 g/L
Taninos, flavinos	2.0%
Equisetonina	1.0%
Ácido alginico	43.0 g/L
Materia Orgánica Total	117.0 g/L
Nitrógeno (N)	500.0 g/L
Fósforo (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	50.0 g/L
Potasio (K <sub>2</sub> O)	44 g/
Calcio	1.25 g/L
Azufre	1.0 g/L
Magnesio	75.0g/L

Fuente: Biopower (2020).

**Bioestimulante a base de *Ascophyllum nodosum***

Los extractos de *Ascophyllum nodosum* se utilizan como bioestimulantes porque estimulan a las plantas a producir sus propias hormonas que ayudan a absorber y transferir nutrientes en el suelo. Esto da como resultado beneficios tales como un mayor crecimiento de las plantas, una rápida germinación de las semillas, un retraso en la senescencia, una mayor resistencia a las enfermedades fúngicas y bacterianas y la adaptación a condiciones estresantes. Los principios activos presentes en el extracto de *Ascophyllum nodosum* permiten conocer su comportamiento y efectos en las plantas: betaína, manitol, ácido algínico, polifenoles, fucanos y laminarina. (INTAGRI, 2015, párr. 3)

**3.2.11. Sustrato**

Es un material sólido natural, ya sea sintético o residual, orgánico o mineral, puro o mixto, en un recipiente que permite el anclaje de las raíces, sostiene a la planta e interfiere o no interfiere en su nutrición. Los sustratos se clasifican como inertes si solo brindan soporte a la planta, y como activos si también brindan nutrientes. (Gayosso et al. 2016, párr. 4)

El sustrato es una mezcla de varios materiales utilizados en los viveros, que incluyen tierra vegetal, tierra negra, arena, guano, compost y tierra nativa; el sustrato a utilizar debe contener más nutrientes y tener una textura franco-limosa a franco arcillosa. En

este sustrato las plántulas crecen y se desarrollan hasta establecerse en la plantación. (Condori, 2006, p. 7)

### 3.2.12. Importancia del sustrato

Un sustrato es cualquier material sólido, distinto del suelo, natural, sintético o residual, mineral u orgánico, que, cuando se coloca en un recipiente, ya sea puro o en una mezcla, permite que las raíces de una planta se asienten (anclen), por lo tanto, brindan soporte a la planta. Los sustratos pueden o no interferir con los complejos procesos de nutrición mineral de las plantas. (Maroto, 1990, p. 46)

El sustrato actúa como un medio para el almacenamiento de agua, el intercambio de gases, el almacenamiento de nutrientes y permite que las plántulas se anclen en el contenedor y mantengan una posición vertical. Este soporte depende de la densidad (peso relativo) y rigidez del sustrato. (Landis et al., 1990, p. 88)

### 3.2.13. Tipos de sustrato

**Arena:** Landis et al. (1990), “La arena es uno de los materiales mayormente utilizados por su alta disponibilidad, es asequible y barata. Las recomendaciones para su tamaño varían mucho” (p. 88).

**Compost:** “Es una forma organizada de mezclar desechos orgánicos que se descompone naturalmente bajo la acción de los organismos y el oxígeno hasta que se convierte en humus, lo que le da al suelo su fertilidad química y estructura granulada” (Schnitman, 1992, p. 23).

**Humus:** “Es el resultado de la descomposición y estabilización microbiana de la materia orgánica al interior del tracto digestivo de lombrices de tierra (*Eisenia foetida Sav.*), luego de ser ingerida por éstas en el suelo (Domínguez, 2004, p. 414).

### 3.3.HIPÓTESIS

En el presente trabajo de investigación se plantean las siguientes hipótesis:

#### **Hipótesis nula (H<sub>0</sub>)**

Ninguna de las dosis de bioestimulante y tipos de sustrato influyen en la propagación asexual de estacas de pitahaya roja *Hylocereus hybridum*, bajo condiciones de invernadero.

#### **Hipótesis alternativa (H<sub>a</sub>)**

Al menos con una de las dosis de bioestimulante y un tipo de sustrato en la propagación asexual influirán sobre las estacas de pitahaya roja *Hylocereus hybridum*, bajo condiciones de invernadero.

### 3.4. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

La operacionalización de las variables del presente trabajo de investigación se presente en la Tabla 2.

**Tabla 2**

*Operacionalización de variables*

<b>Tipo</b>	<b>Dimensión</b>	<b>Indicador</b>	<b>Unidad</b>
<b>INDEPENDIENTE</b>	DOSIS DE BIOESTIMULANTE	0 ml de Bio Algas / 20 L de agua	Mililitro (ml) /Litro (L)
		35 ml de Bio Algas / 20 L de agua	Mililitro (ml) /Litro (L)
		65 ml de Bio Algas / 20 L de agua	Mililitro (ml) /Litro (L)
	TIPOS DE SUSTRATOS	7Arena : 3Compost	Proporción (:)
		7Arena : 3 Humus	Proporción (:)
<b>DEPENDIENTE</b>	BROTAMIENTO	Número de brotes	Unidad (Unid)
		Longitud de brotes	Centímetros (Cm)
	ENRAIZAMIENTO	Número de raíces	Unidad (Unid)
		Longitud de raíz	Centímetros (Cm)
		Peso fresco de raíz	Gramos (gr)
		Peso seco de raíz	Gramos (gr)
		Área radicular	Centímetros cuadrados (cm <sup>2</sup> )

## IV. MATERIALES Y METODOS

### 4.1. LOCALIZACION DEL ÁREA EXPERIMENTAL

El trabajo se realizó entre los meses de diciembre de 2021 al mes de julio de 2022, en el Invernadero de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo de la Ciudad Universitaria - Shancayan.

#### Ubicación Política

- Departamento: Ancash
- Provincia: Huaraz
- Distrito: Independencia
- Localidad: Shancayan

#### Ubicación Geográfica

- Latitud: 9° 33' sur
- Longitud: 77° 53' oeste
- Altitud: 3150 m.s.n.m.

### 4.2. MATERIALES

#### 4.2.1. Material de propagación

En el presente trabajo de investigación se utilizó estacas de pitahaya roja *Hylocereus hybridum* en la propagación asexual dentro de la investigación.

#### 4.2.2. Insumos de instalación

- Bolsas de polietileno de 8 x 12 (pulgadas)
- Compost
- Humus
- Arena fina
- Fungicidas agrícolas (Benomyl y Sulfato de cobre pentahidratado)
- Bioestimulante (Bio Algas)

#### **4.2.3. Material de campo**

- Libreta de campo
- Letreros
- Carrizos de 80 cm
- Gigantografía

#### **4.2.4. Materiales e instrumentos de campo**

- Cúter
- Cordel
- Cinta métrica
- Lampa
- Regadora
- Rafia
- Carretilla
- Costales
- Bomba mochila
- Jeringa
- Termómetro digital

#### **4.2.5. Equipos de laboratorio**

- Balanza digital
- Estufa

#### **4.2.6. Material de escritorio**

- Laptop
- Cámara fotográfica
- Impresora
- Materiales de impresión

## 4.3. MÉTODOS

### 4.3.1. Tipo de investigación

La investigación es de tipo experimental aplicativo.

### 4.3.2. Diseño experimental

El diseño que se empleó fue el Diseño Completamente al Azar (DCA) en Arreglo Factorial 3A x 2B con 6 tratamientos (incluido el tratamiento testigo) y 4 repeticiones. Donde el factor A corresponde a las diferentes dosis de bioestimulante y el factor B a los diferentes tipos de sustrato, dando un total de 24 unidades experimentales.

### 4.3.3. Tratamientos

#### Descripción de factores

- **Factor A:** Dosis de bioestimulante Bio Algas.
  - D0:** 0 ml de Bio Algas / 20 L de agua = Sin Bio Algas = (Testigo)
  - D1:** 35 ml de Bio Algas / 20L de agua
  - D2:** 65 ml de Bio Algas /20 L de agua
- **Factor B:** Tipos de sustratos.
  - S1:** 7 Arena: 3 Compost.
  - S2:** 7 Arena: 3 Humus.

## Descripción de tratamientos

**Tabla 3**

*Tratamientos en estudio*

TRATAMIENTOS	CODIGO DE COMBINACIÓN	DESCRIPCIÓN
<b>T1</b>	D0 + S1	Sin Bio Algas + (7 Arena: 3 Compost)
<b>T2</b>	D1 + S1	35 ml de Bio Algas /20L + (7 Arena: 3 Compost)
<b>T3</b>	D2 + S1	65 ml de Bio Algas /20L + (7 Arena: 3 Compost)
<b>T4</b>	D0 + S2	Sin Bio Algas + (7 Arena: 3 Humus)
<b>T5</b>	D1 + S2	35 ml de Bio Algas /20L + (7 Arena: 3Humus)
<b>T6</b>	D2 + S2	65 ml de Bio Algas /20L + (7 Arena: 3 Humus)

### 4.3.4. Randomización de los tratamientos

**Tabla 4**

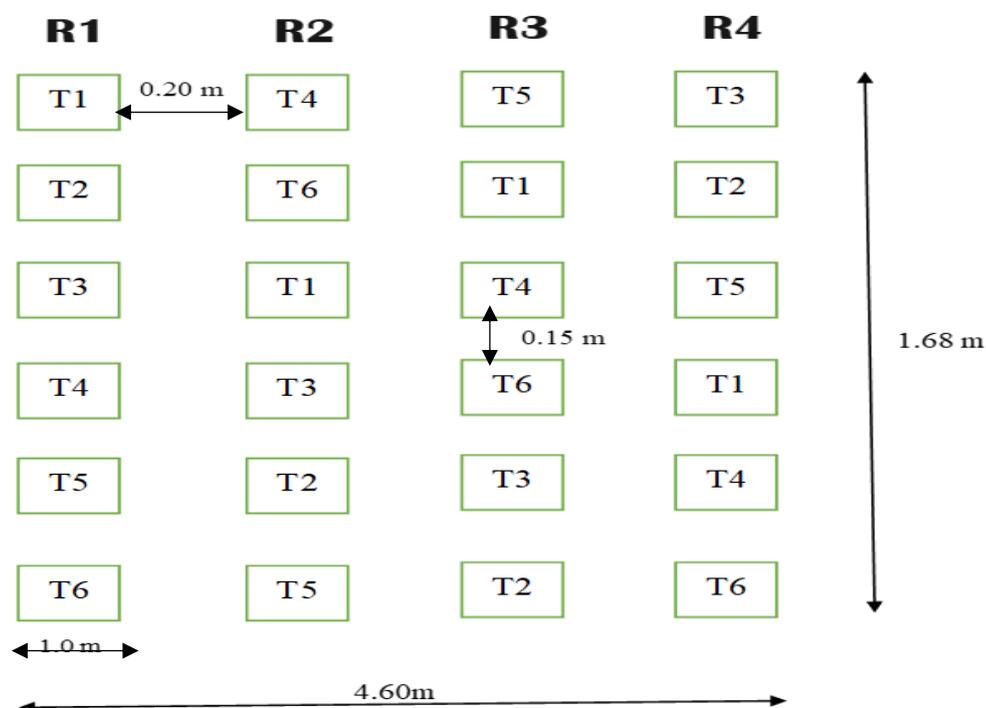
*Randomización de los tratamientos*

Repeticiones	Tratamientos					
R1	T1	T2	T3	T4	T5	T6
R2	T4	T6	T1	T3	T2	T5
R3	T5	T1	T4	T6	T3	T2
R4	T3	T2	T5	T1	T4	T6

### 4.3.5. Croquis del experimento

Figura 1

*Croquis del experimento.*



### 4.3.6. Características del campo experimental

Ancho: 1.68 m

Largo: 4.60 m

Calle: 0.60 m

Área total: 7.72 m<sup>2</sup>

#### Unidad experimental

Numero de repeticiones: 4

Numero de tratamientos: 6

Unidades experimentales: 24

Numero de plantas por repetición: 18

Numero de plantas por tratamiento: 12

Número total de estacas: 72

#### 4.4. PROCESAMIENTO DE DATOS

Los datos obtenidos fueron procesados, empleando el análisis de varianza ANOVA para establecer si existen diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos y se utilizó la prueba de Tukey con un nivel de significancia  $\alpha = 0.05$  para establecer entre que tratamientos se presentaban las diferencias.

##### **Diseño de la investigación**

En la investigación se utilizó un Diseño Completamente al Azar (DCA) en Arreglo Factorial 3A x 2B

##### **Modelo aditivo lineal**

$$Y_{ijk} = U + A_i + B_j + A_iB_j + E_{ijk}$$

$Y_{ijk}$  = Variable de respuesta de la  $Y_{ijk}$  - ésima unidad experimental.

$U$  = Efecto de la media general.

$A_i$  = Efecto del  $i$  – ésimo nivel del factor A.

$B_j$  = Efecto del  $j$  – ésimo nivel del factor B.

$(AB)_{ij}$  = Efecto de la interacción del  $i$  – ésimo nivel del factor A con el  $j$  – ésimo nivel del factor B.

$E_{ijk}$  = Efecto del error experimental.

**Tabla 5**

*Análisis de varianza generalizado para un Diseño Completamente al Azar en arreglo factorial*

<b>FUENTE DE VARIACIÓN</b>	<b>S.C.</b>	<b>G.L.</b>	<b>M.C.</b>	<b>F.C.</b>
<b>Factor A</b>	$SC_A$	$a - 1$	$MC_A = \frac{SC_A}{a - 1}$	$F_A = \frac{MC_A}{MC_E}$
<b>Factor B</b>	$SC_B$	$b - 1$	$MC_B = \frac{SC_B}{b - 1}$	$F_B = \frac{MC_B}{MC_E}$
<b>Interacción AB</b>	$SC_{AB}$	$(a - 1)(b - 1)$	$MC_{AB} = \frac{SC_{AB}}{(a - 1)(b - 1)}$	$F_{AB} = \frac{MC_{AB}}{MC_E}$
<b>Error</b>	$SC_E$	$ab(n - 1)$	$MC_E = \frac{SC_E}{ab(n - 1)}$	
<b>TOTAL</b>	$SC_T$	$abn - 1$		

Donde:

**S.C** = Suma de cuadrados

**G.L** = Grados de libertad

**M.C** = Media de cuadrados

**F.C** = F. Calculada

#### **Población o universo**

La población estuvo representada por estacas de pitahaya roja *Hylocereus hybridum* provenientes del fundo San José, vivero “El paraíso de las pitahayas”. Distrito de Huaral.

#### **Unidad de análisis y muestra**

La unidad de análisis está representada por una planta de pitahaya roja *Hylocereus hybridum* y la muestra estuvo conformada por 5 plantas por cada tratamiento (12 plantas por tratamiento).

## 4.5. PROCEDIMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN

### Selección de plantas madre

Las mejores plantas madre de unos 5 años de producción fueron seleccionadas en el fundo San José – Huaral. Los cladodios extraídos tuvieron las siguientes características: Buenas condiciones sanitarias, madurez, libre de plagas y enfermedades.

### Corte, desinfección y curado de cladodios

Los cladodios se extrajeron de la planta madre con una tijera de podar bien afilada, desinfectándose en cada corte con hipoclorito de sodio al 5%, Posteriormente, se cortó los cladodios a un tamaño de 33 cm desinfectando cada herida con alcohol al 96 %, a su vez se realizó cortes biselados en su base. Se curó dejando cicatrizar por 7 días en un lugar bajo sombra.

### Preparación del sustrato

Se procedió a lavar la arena para disminuir la presencia de sales y desinfectar con la solución de benomyl 1.5 g/ L, luego se realizó la mezcla de los dos tipos de sustrato que fueron: S1 (7 arena: 3 compost) y S2 (7 arena : 3 humus).

### Llenado en bolsas de polietileno

Obteniendo los sustratos ya mezclados, se procedió a llenar las bolsas de polietileno de color negro de 8” x 12” (pulgas) para sus tratamientos respectivos.

### Figura 2

*Llenado de bolsas con sustratos.*



### Desinfección de estacas

Se sumergieron las estacas de pitahaya roja *Hylocereus hybridum* por las partes donde tuvieron la cicatrización dentro de una solución de benomyl de 1g/L durante 3 minutos.

### Colocación de cladodios

Se colocaron las estacas de pitahaya roja *Hylocereus hybridum* teniendo en cuenta la dirección de crecimiento, con una profundidad de 7.5 cm dentro de las bolsas con sus respectivos sustratos los cuales fueron distribuidos de acuerdo con el croquis experimental.

### Labores culturales

**Aplicación de Bioestimulante:** Se aplicaron el bioestimulante y el riego a la misma vez cada 20 días.

### Figura 3

*Aplicación de las diferentes dosis de Bio Algas según tratamiento.*



**Tutorado:** Se realizó la puesta de carrizos como respaldar de las estacas y brotes.

**Control fitosanitario:** Se aplicó Sulfato de cobre pentahidratado para prevenir *erwinia* sp. y controlar *dothiorella* sp.

## 4.6. EVALUACIONES

### 4.6.1. Número de brotes

Se procedió a contar el número total de brotes en cada estaca propagada de pitahaya roja *Hylocereus hybridum*, esta actividad se realizó a los 7 meses después de la siembra.

### 4.6.2. Longitud de brotes

Se midieron los brotes que se encontraron en cada estaca propagada de pitahaya roja *Hylocereus hybridum* con una cinta métrica teniéndose como base la areola midiéndose hasta el ápice. Tomándose este dato a los 7 meses después de la siembra.

#### Figura 4

*Medición de longitud de brotes.*



#### 4.6.3. Número de raíces

Se procedió a desenterrar cuidadosamente las raíces sin dañarlas, posteriormente lavarlas con abundante agua para sacar residuos del sustrato, luego se contó el número de raíces de cada estaca de pitahaya roja *Hylocereus hybridum* evaluada a los 7 meses después de la siembra.

#### Figura 5

*Lavado de área radicular.*



#### 4.6.4. Longitud de raíces

Se procedió hacer la medición desde la base hasta el ápice terminal de la raíz de cada estaca de pitahaya roja *Hylocereus hybridum*, utilizándose una regla a los 7 meses después de la siembra.

#### Figura 6

*Medición de la longitud de raíces.*



#### 4.6.5. Pesos de raíces

Se cortaron todas las raíces desde la base de la estaca y fueron pesados en **peso fresco**. Luego, se procedió a colocar las raíces al horno a 70°C, durante un periodo de 24 horas. Transcurridas estas horas se colocó en la balanza donde se obtuvo el **peso seco**, los datos obtenidos se expresaron en gramos a los 7 meses después de la siembra.

#### Figura 7

*Secado de raíces.*



#### 4.7.6. Área radicular

Teniendo las raíces lavadas para una buena visualización se procedió a escanear la parte radical de las estacas incluyendo en su base una regla de 20 cm (calibración). Para ello, se utilizó una impresora/escáner – EPSON L395 Series, se puso sobre ellas un fondo blanco, en las que se obtuvo imágenes nítidas en formato JPG. Las cuales fueron transferidas para ser analizadas en el software libre IMAGE J (Versión 1.8) la cual edita, analiza y procesa imágenes digitales. Donde se calcula áreas, mide ángulos y distancias.

Se procedió abrir la barra de herramientas del programa en la laptop en la que se utilizó los siguientes comandos: Se seleccionó > *File* > *Open*; se abrió la carpeta para seleccionar una imagen ya antes escaneada. Se tuvo la imagen abierta y se seleccionó > *Magnifying glass*, se dio clic derecho sobre la imagen para visualizar al detalle la regla ya antes escaneada.

Para la calibración del programa, se trazó una línea recta, se seleccionó > *Straight*, desde el 0 arrastrando la línea hasta el número 4. Se seleccionó > *Analyze* > *Set Scale*, se abrió una ventana en la que se editaron los valores > *Known distance*, se colocó 4.0. Luego en > *Unit of length*, se colocó centímetros (cm) y se dio clic en *ok*.

Para procesar la imagen, se seleccionó > *Magnifying glass*, se dio clic izquierdo sobre ella para minimizar y poder ver completamente la parte radical escaneada. Después, se seleccionó > *Image > Type > 8-bit, Image > Adjust > Threshold*, se seleccionó el color rojo para sombrear el área a analizar.

Para la medición del área radicular se seleccionó > *Analyze > Tools > ROI Manager > Wand*, se dio clic en la parte sombreada para seleccionar el área a medir > *Add(t) > Measure*, en la que se obtuvo la medida del área radicular en centímetros cuadrados.

### **Figura 8**

*Scaneado y medición del área radicular.*



## V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 5.1. RESULTADOS

#### 5.1.1. Número de brotes a los 7 meses después de la siembra (mds).

**Tabla 6**

*Análisis de varianza para el número de brotes a los 7 (mds). Datos transformados por la raíz cuadrada.*

<b>FUENTES</b>	<b>G.L.</b>	<b>S.C</b>	<b>C.M</b>	<b>F</b>
Sustratos	1	0.14	0.14	3.19 Ns
Dosis	2	1.54	0.77	17.17 *
Sust*Dos	2	0.09	0.05	1.05 Ns
Error	24	1.08	0.04	
<b>TOTAL</b>	<b>29</b>	<b>2.85</b>		

**C.V** = 15.17%

(\*) Existencia de diferencias estadísticas significativas

En la Tabla 6 de análisis de varianza para el número de brotes, se observa que bajo el efecto de dosis de bioestimulante (Factor A) existe diferencias estadísticas significativas; mientras que, para los tipos de sustratos (Factor B) y la interacción de los dos factores, indica que no existen diferencias estadísticas significativas.

**Tabla 7**

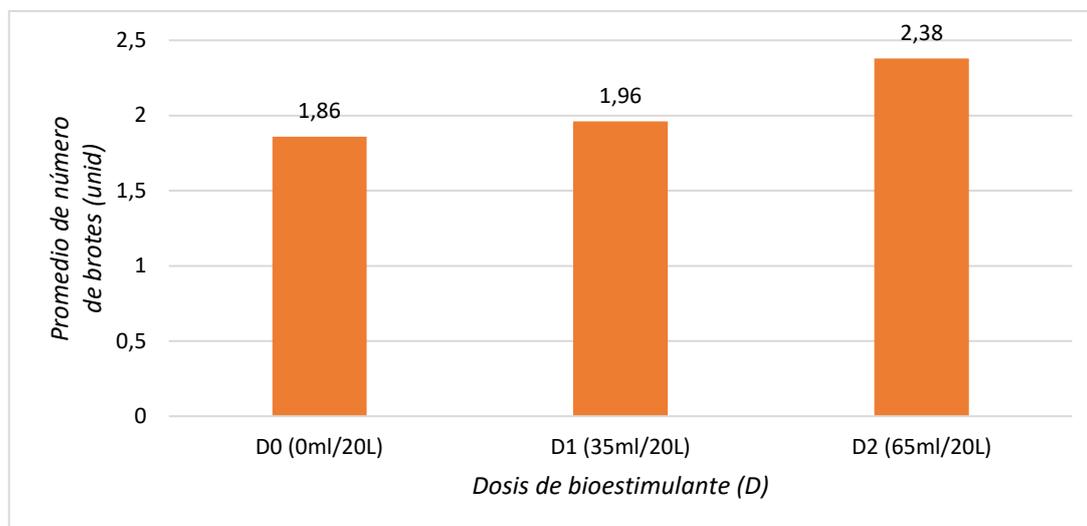
*Prueba de Comparación de Medias de Tukey, para el número de brotes a los 7 (mds). Datos transformados por la raíz cuadrada.*

<b>Dosis</b>	<b>Número de brotes (Unid)</b>	<b>Agrupación</b>
D2	2.38	a
D1	1.96	b
D0	1.86	b

La tabla 7 muestra que el número de brotes bajo el efecto de la dosis de bioestimulante, tuvo como mejor valor promedio la D2 (65 ml de Bio Algas /20L) con 2.38 brotes, mostrando diferencias estadísticas significativas con respecto a los tratamientos D1 (35 ml de Bio Algas /20L) y D0 (Sin Bio Algas) que obtuvieron 1.96 brotes y 1.86 brotes respectivamente, no encontrándose diferencias estadísticas significativas entre ellos.

**Figura 9**

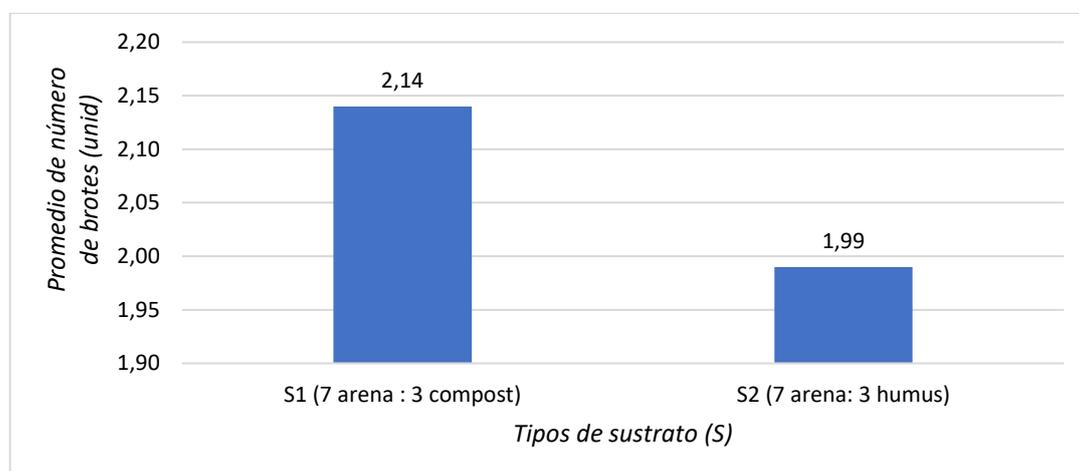
*Efecto de la dosis de bioestimulante en el número de brotes.*



La figura 9 muestra que la D2 (65 ml de Bio Algas /20L) con 2.38 brotes tiene mayor valor promedio, a contrario de la D0 (Sin Bio Algas) de menor valor promedio con 1.86 brotes, respecto al número de brotes.

**Figura 10**

*Efecto de los tipos de sustrato en el número de brotes.*



En la figura 10 se observa que el S1 (7 arena : 3 compost) con 2.14 brotes tiene mayor valor promedio, a contrario del S2 (7 arena : 3 humus) con 1.99 brotes, respecto al número de brotes. Sin embargo, no se encontraron diferencias estadísticas significativas en este factor.

### 5.1.2. Longitud de brotes a los 7 meses después de la siembra (mds).

**Tabla 8**

*Análisis de varianza para la longitud de brotes a los 7 (mds).*

<b>FUENTES</b>	<b>G.L.</b>	<b>S.C</b>	<b>C.M</b>	<b>F</b>
Sustrato	1	3.95	3.94	0.50 Ns
Dosis	2	74.51	37.25	4.71 *
Sust*Dos	2	0.42	0.21	0.03 Ns
Error	24	189.71	7.91	
<b>TOTAL</b>	<b>29</b>	<b>268.59</b>		
<b>C.V.</b>		<b>13.73%</b>		

(\*) Existencia de diferencias estadísticas significativas

En la Tabla 8 de análisis de varianza para la longitud de brotes, se observa que bajo el efecto de dosis de bioestimulante (Factor A) existe diferencias estadísticas significativas; mientras que, para los tipos de sustratos (Factor B) y la interacción de los dos factores, indica que no existen diferencias estadísticas significativas.

**Tabla 9**

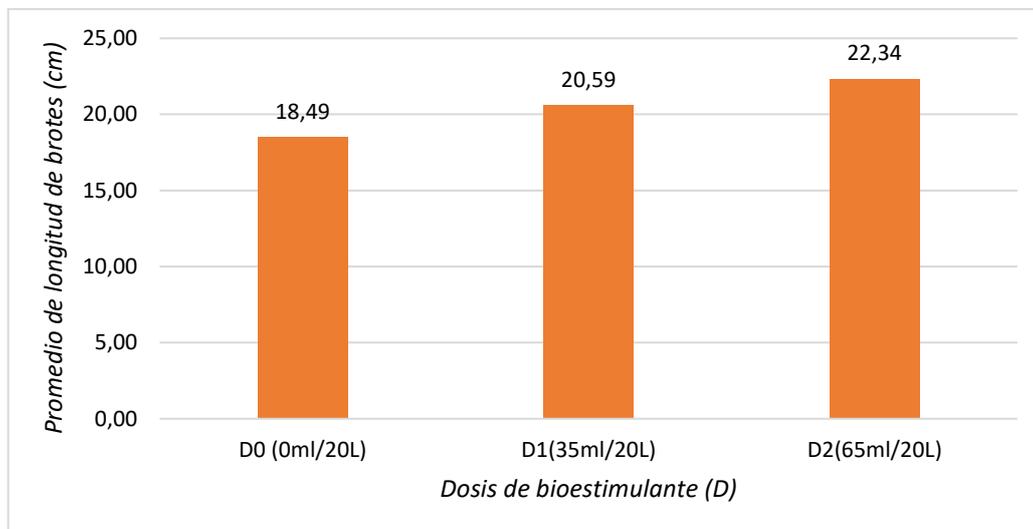
*Prueba de Comparación de Medias de Tukey, para la longitud de brotes a los 7 (mds).*

<b>Dosis</b>	<b>Longitud de brotes (cm)</b>	<b>Agrupación</b>
D2	22.34	a
D1	20.59	b
D0	18.49	b

La tabla 9 muestra que la longitud de brotes bajo el efecto de la dosis de bioestimulante, tuvo como mejor valor promedio la D2 (65 ml de Bio Algas /20L) con 22.34 cm, mostrando diferencias estadísticas significativas con respecto a los tratamientos D1 (35 ml de Bio Algas /20L) y D0 (Sin Bio Algas) que obtuvieron 20.59 cm y 18.49 cm respectivamente, no encontrándose diferencias estadísticas significativas entre ellos.

**Figura 11**

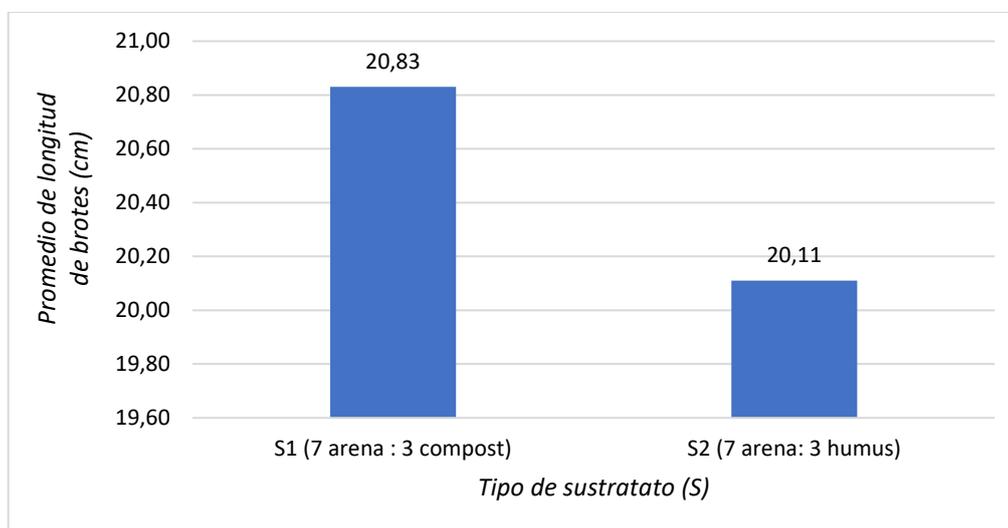
*Efecto de la dosis de bioestimulante en la longitud de brotes.*



La figura 11 muestra que la D2 (65 ml de Bio Algas /20L) con 22.34 cm tiene mayor valor promedio, a contrario de la D0 (Sin Bio Algas) de menor valor promedio con 18.49 cm, respecto a la longitud de brotes.

**Figura 12**

*Efecto de los tipos de sustrato en la longitud de brotes.*



En la figura 12 se observa que el S1 (7 arena : 3 compost) con 20.83 cm tiene mayor valor promedio, a contrario del S2 (7 arena : 3 humus) con 20.11 cm, respecto a la longitud de brotes. Sin embargo, no se encontraron diferencias estadísticas significativas en este factor.

### 5.1.3. Número de raíces a los 7 meses después de la siembra (mds).

**Tabla 10**

*Análisis de varianza para el número de raíces a los 7 (mds). Datos transformados por la raíz cuadrada.*

<b>FUENTES</b>	<b>G.L.</b>	<b>S.C</b>	<b>C.M</b>	<b>F</b>
Sustrato	1	0.139	0.139	0.87 Ns
Dosis	2	2.75	1.37	8.62 *
Sust*Dos	2	0.09	0.05	0.28 Ns
Error	24	3.82	0.16	
<b>TOTAL</b>	<b>29</b>	<b>6.79</b>		
<b>C.V.</b>		<b>13.36%</b>		

(\*) Existencia de diferencias estadísticas significativas

En la Tabla 10 de análisis de varianza para el número de raíces, se observa que bajo el efecto de dosis de bioestimulante (Factor A) existe diferencias estadísticas significativas; mientras que, para los tipos de sustratos (Factor B) y la interacción de los dos factores, indica que no existen diferencias estadísticas significativas.

**Tabla 11**

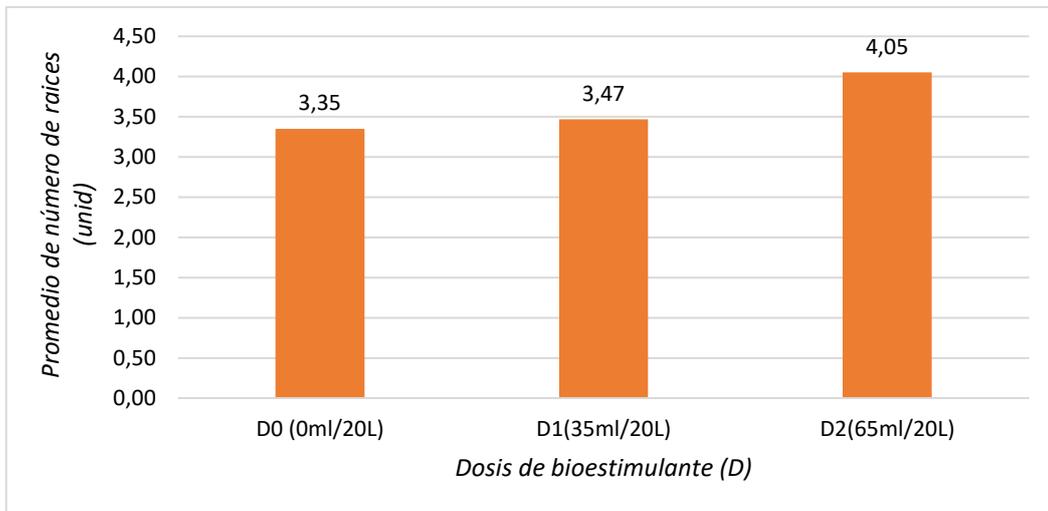
*Prueba de Comparación de Medias de Tukey, para el número de raíces a los 7 (mds). Datos transformados por la raíz cuadrada.*

<b>Dosis</b>	<b>Número de raíces (unid)</b>	<b>Agrupación</b>
D2	4.05	a
D1	3.47	b
D0	3.35	b

La tabla 11 muestra que el número de raíces bajo el efecto de la dosis de bioestimulante, tuvo como mejor valor promedio la D2 (65 ml de Bio Algas /20L) con 4.05 raíces, mostrando diferencias estadísticas significativas con respecto a los tratamientos D1 (35 ml de Bio Algas /20L) y D0 (Sin Bio Algas) que obtuvieron 3.47 raíces y 3.35 raíces respectivamente, no encontrándose diferencias estadísticas significativas entre ellos.

**Figura 13**

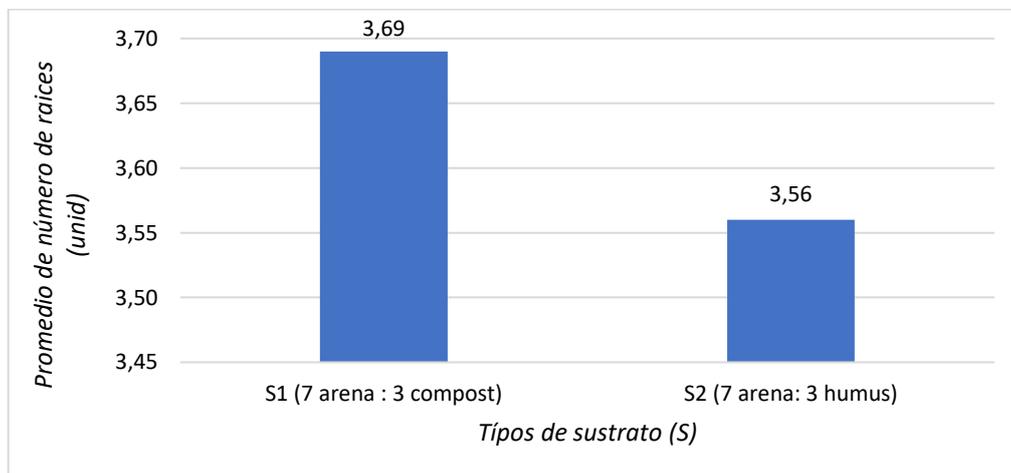
*Efecto de la dosis de bioestimulante en el número de raíces.*



La figura 13 muestra que la D2 (65 ml de Bio Algas /20L) con 4.05 raíces tiene mayor valor promedio, a contrario de la D0 (Sin Bio Algas) de menor valor promedio con 3.35 raíces, respecto al número de raíces.

**Figura 14**

*Efecto de los tipos de sustrato en el número de raíces.*



En la figura 14 se observa que el S1 (7 arena : 3 compost) con 3.69 raíces tiene mayor valor promedio, a contrario del S2 (7 arena : 3 humus) con 3.56 raíces, respecto al número de raíces. Sin embargo, no se encontraron diferencias estadísticas significativas en este factor.

#### 5.1.4. Longitud de raíces a los 7 meses después de la siembra (mds).

**Tabla 12**

*Análisis de varianza para la longitud de raíces a los 7 (mds).*

<b>FUENTES</b>	<b>G.L.</b>	<b>S.C</b>	<b>C.M</b>	<b>F</b>
Sustrato	1	1.98	1.98	1.53 Ns
Dosis	2	46.33	23.16	17.85 *
Sust*Dos	2	1.57	0.79	0.61 Ns
Error	24	31.14	1.30	
<b>TOTAL</b>	29	81.03		
<b>C.V.</b>	10.24%			

(\*) Existencia de diferencias estadísticas significativas

En la Tabla 12 de análisis de varianza para la longitud de raíces, se observa que bajo el efecto de dosis de bioestimulante (Factor A) existe diferencias estadísticas significativas; mientras que, para los tipos de sustratos (Factor B) y la interacción de los dos factores, indica que no existen diferencias estadísticas significativas.

**Tabla 13**

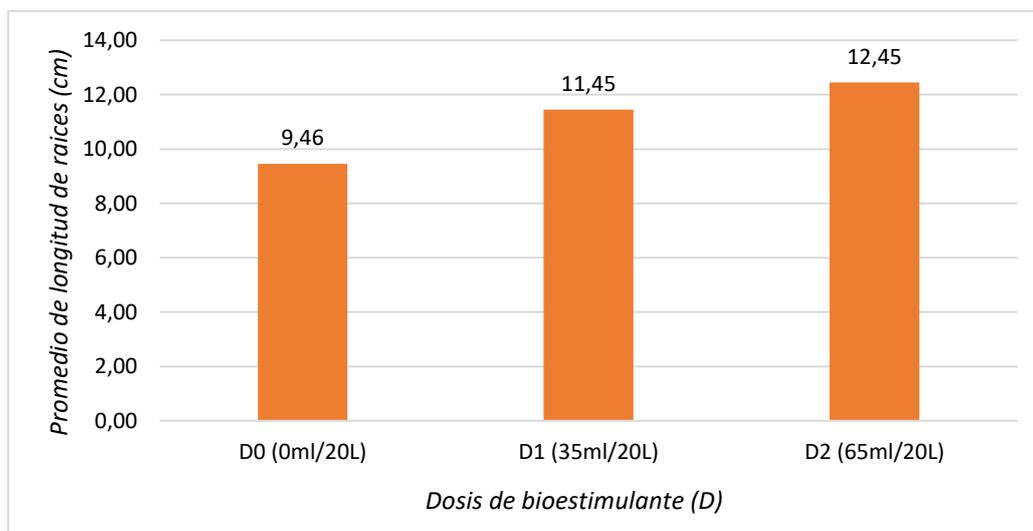
*Prueba de Comparación de Medias de Tukey, para la longitud de raíces a los 7 (mds).*

<b>Dosis</b>	<b>Longitud de raíces (cm)</b>	<b>Agrupación</b>
D2	12.45	a
D1	11.45	a
D0	9.46	b

La tabla 13 muestra que la longitud de raíces bajo el efecto de la dosis de bioestimulante, tuvo como valor promedio la D2 (65 ml de Bio Algas /20L) y D1 (35 ml de Bio Algas /20L) obtuvieron 12.45 cm 11.45 cm respectivamente, no encontrándose diferencias estadísticas significativas entre ellos. Las cuales son superiores al tratamiento D0 (Sin Bio Algas) con 9.46 cm.

**Figura 15**

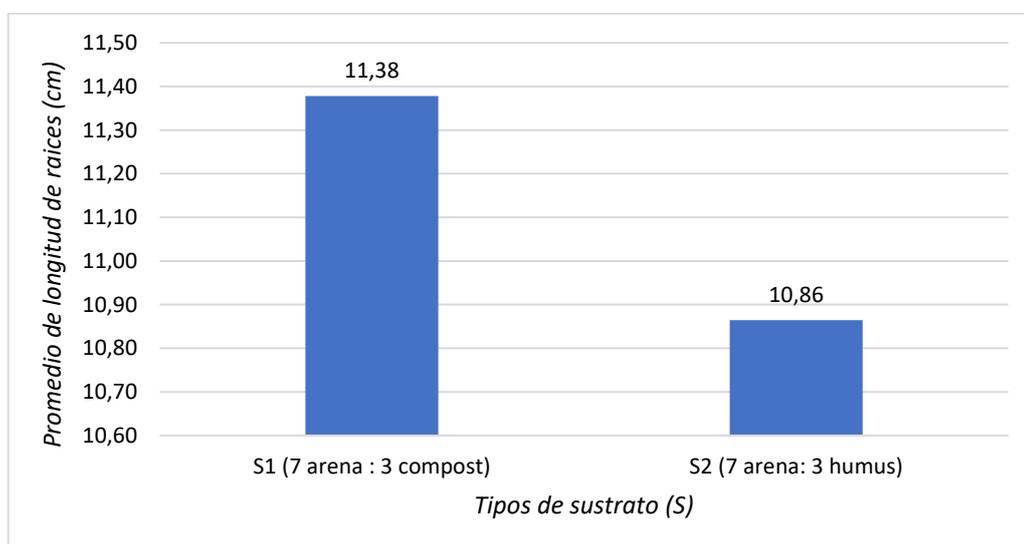
*Efecto de la dosis de bioestimulante en la longitud de raíces.*



La figura 15 muestra que la D2 (65 ml de Bio Algas /20L) con 12.45 cm tiene mayor valor promedio, a contrario de la D0 (Sin Bio Algas) de menor valor promedio con 9.46 cm, respecto a la longitud de raíces.

**Figura 16**

*Efecto de los tipos de sustrato en la longitud de raíces.*



En la figura 16 se observa que el S1 (7 arena : 3 compost) con 11.38 cm tiene mayor valor promedio, a contrario del S2 (7 arena : 3 humus) con 10.86 cm, respecto a la longitud de raíces. Sin embargo, no se encontraron diferencias estadísticas significativas en este factor.

### 5.1.5. Peso fresco de raíces a los 7 meses después de la siembra (mds).

**Tabla 14**

*Análisis de varianza para el peso fresco de raíces a los 7 (mds).*

<b>FUENTES</b>	<b>G.L.</b>	<b>S.C</b>	<b>C.M</b>	<b>F</b>
Sustrato	1	0.48	0.48	0.18 Ns
Dosis	2	157.13	78.56	29.89 *
Sust*Dos	2	1.68	0.84	0.32 Ns
Error	24	63.08	2.63	
<b>TOTAL</b>	<b>29</b>	<b>222.39</b>		
<b>C.V.</b>		<b>24.14%</b>		

(\*) Existencia de diferencias estadísticas significativas

En la Tabla 14 de análisis de varianza para el peso fresco de raíces, se observa que bajo el efecto de dosis de bioestimulante (Factor A) existe diferencias estadísticas significativas; mientras que, para los tipos de sustratos (Factor B) y la interacción de los dos factores, indica que no existen diferencias estadísticas significativas.

**Tabla 15**

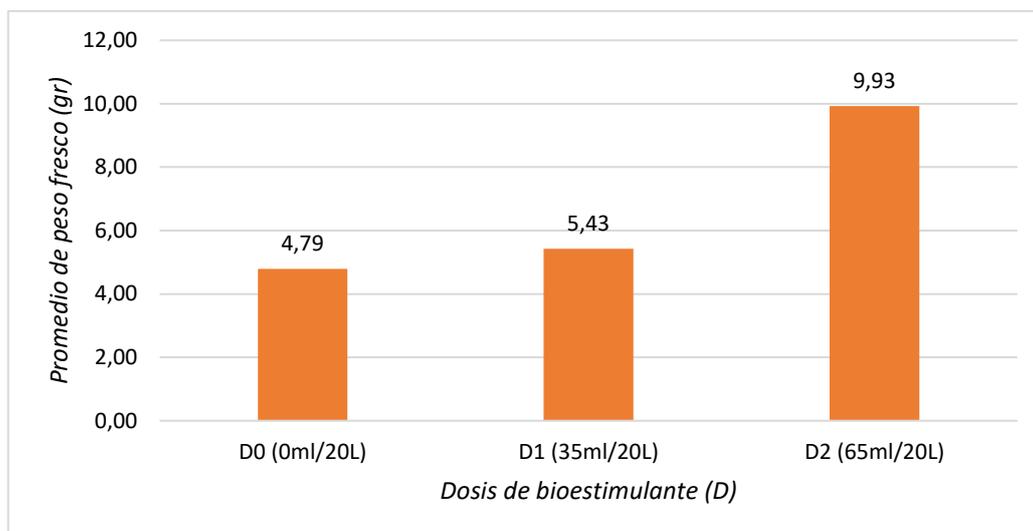
*Prueba de Comparación de Medias de Tukey, para el peso fresco de raíces a los 7 (mds).*

<b>Dosis</b>	<b>Peso fresco de raíces (gr)</b>	<b>Agrupación</b>
D2	9.93	a
D1	5.43	b
D0	4.79	b

La tabla 15 muestra que el peso fresco de raíces bajo el efecto de la dosis de bioestimulante, tuvo como mejor valor promedio la D2 (65 ml de Bio Algas /20L) con 9.93 gr, mostrando diferencias estadísticas significativas con respecto a los tratamientos D1 (35 ml de Bio Algas /20L) y D0 (Sin Bio Algas) que obtuvieron 5.43 gr. y 4.79 gr. respectivamente, no encontrándose diferencias estadísticas significativas entre ellos.

**Figura 17**

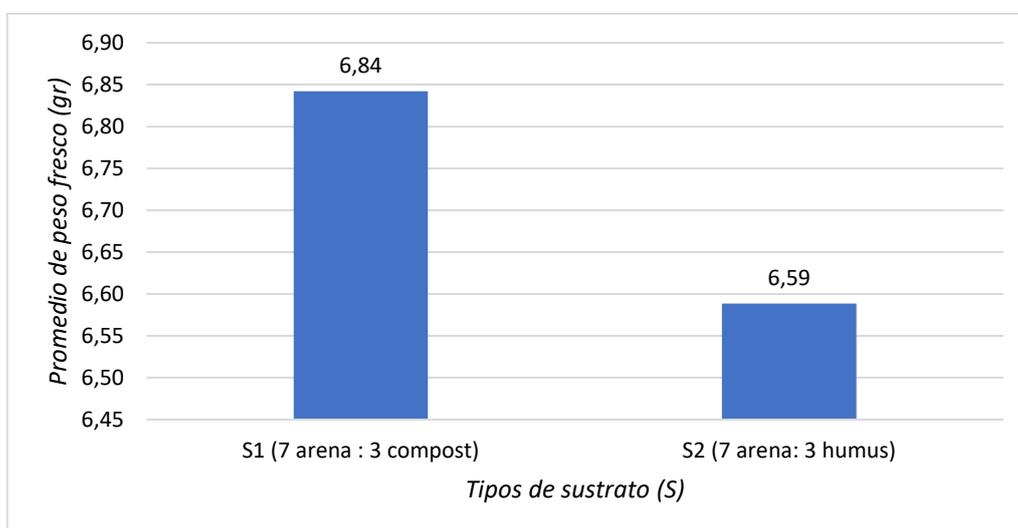
*Efecto de la dosis de bioestimulante en el peso fresco de las raíces.*



La figura 15 muestra que la D2 (65 ml de Bio Algas /20L) con 9.93 gr. tiene mayor valor promedio, a contrario de la D0 (Sin Bio Algas) de menor valor promedio con 4.79 gr., respecto al peso fresco de raíces.

**Figura 18**

*Efecto de los tipos de sustrato en el peso fresco de las raíces.*



En la figura 18 se observa que el S1 (7 arena : 3 compost) con 6.84 gr. tiene mayor valor promedio, a contrario del S2 (7 arena : 3 humus) con 6.59 gr., respecto al peso fresco de las raíces. Sin embargo, no se encontraron diferencias estadísticas significativas en este factor.

### 5.1.6. Peso seco de raíces a los 7 meses después de la siembra (mds).

**Tabla 16**

*Análisis de varianza para el peso seco de raíces a los 7 (mds).*

<b>FUENTES</b>	<b>G.L.</b>	<b>S.C</b>	<b>C.M</b>	<b>F</b>
Sustrato	1	0.07	0.065	0.08 Ns
Dosis	2	36.99	18.49	22.96 *
Sust*Dos	2	3.53	1.77	2.19 Ns
Error	24	19.33	0.80	
<b>TOTAL</b>	<b>29</b>	<b>59.93</b>		
<b>C.V.</b>	<b>27.70%</b>			

(\*) Existencia de diferencias estadísticas significativas

En la Tabla 16 de análisis de varianza para el peso seco de raíces, se observa que bajo el efecto de dosis de bioestimulante (Factor A) existe diferencias estadísticas significativas; mientras que, para los tipos de sustratos (Factor B) y la interacción de los dos factores, indica que no existen diferencias estadísticas significativas.

**Tabla 17**

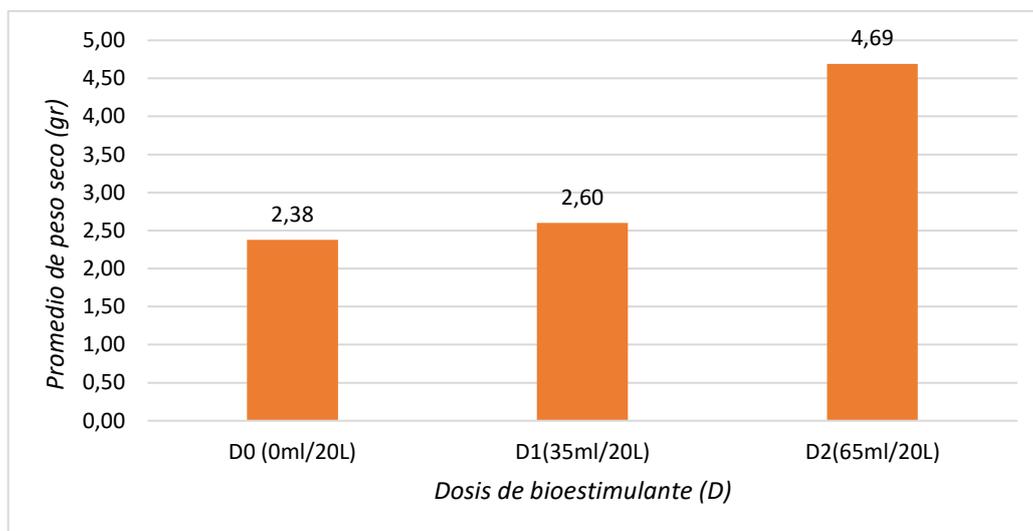
*Prueba de Comparación de Medias de Tukey, para el peso seco de raíces a los 7 (mds).*

<b>Dosis</b>	<b>Peso seco de raíces (gr)</b>	<b>Agrupación</b>
D2	4.69	a
D1	2.60	b
D0	2.38	b

La tabla 17 muestra que el peso seco de raíces bajo efecto de la dosis de bioestimulante, tuvo como mejor valor promedio la D2 (65 ml de Bio Algas /20L) con 4.69 gr, mostrando diferencias estadísticas significativas con respecto a los tratamientos D1 (35 ml de Bio Algas /20L) y D0 (Sin Bio Algas) que obtuvieron 2.60 gr. y 2.38 gr. respectivamente, no encontrándose diferencias estadísticas significativas entre ellos.

**Figura 19**

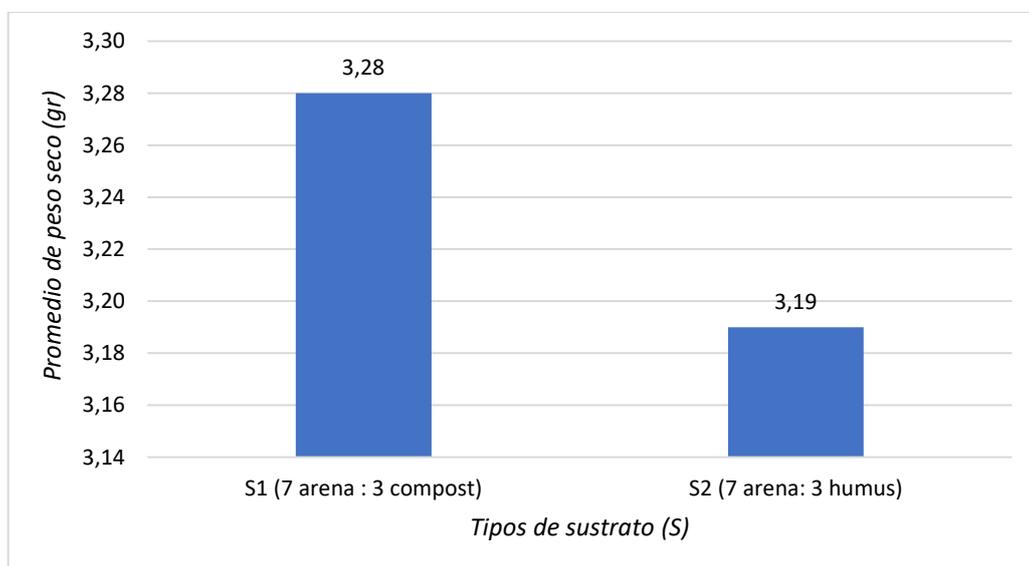
*Efecto de la dosis de bioestimulante en el peso seco de raíces.*



La figura 15 muestra que la D2 (65 ml de Bio Algas /20L) con 4.69 gr. tiene mayor valor promedio, a contrario de la D0 (Sin Bio Algas) de menor valor promedio con 2.38 gr., respecto al peso seco de raíces.

**Figura 20**

*Efecto de los tipos de sustrato en el peso seco de raíces.*



En la figura 20 se observa que el S1 (7 arena : 3 compost) con 3.28 gr. tiene mayor valor promedio, a contrario del S2 (7 arena : 3 humus) con 3.19 gr., respecto al peso seco de las raíces. Sin embargo, no se encontraron diferencias estadísticas significativas en este factor.

### 5.1.7. Área radicular a los 7 meses después de la siembra (mds).

**Tabla 18**

*Análisis de varianza para el área radicular a los 7 (mds).*

FUENTES	G.L.	S.C	C.M	F
Sustrato	1	209.99	209.99	1.16 Ns
Dosis	2	14378.06	7189.03	39.70 *
Sust*Dos	2	309.16	154.58	0.85 Ns
Error	24	4345.64	181.07	
<b>TOTAL</b>	29	19242.85		
<b>C.V.</b>		21.55%		

(\*) Existencia de diferencias estadísticas significativas

En la Tabla 18 de análisis de varianza para el área radicular, se observa que bajo el efecto de dosis de bioestimulante (Factor A) existe diferencias estadísticas significativas; mientras que, para los tipos de sustratos (Factor B) y la interacción de los dos factores, indica que no existen diferencias estadísticas significativas.

**Tabla 19**

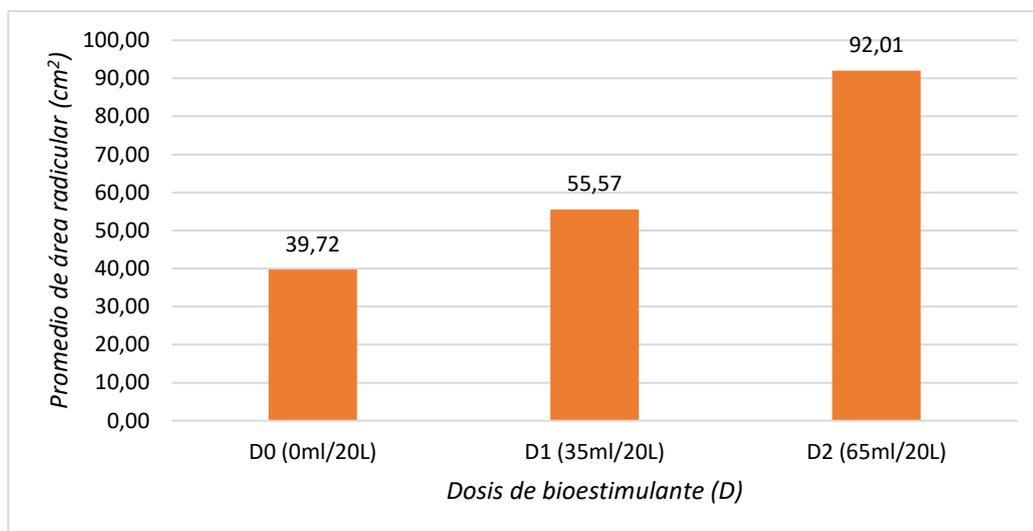
*Prueba de Comparación de Medias de Tukey, para el área radicular a los 7 (mds).*

Dosis	Área radicular (cm <sup>2</sup> )	Agrupación
D2	92.01	a
D1	55.57	b
D0	39.72	c

La tabla 19 muestra que el área radicular bajo el efecto de la dosis de bioestimulante, tuvo como mejor valor promedio D2 (65 ml de Bio Algas /20L) con 92.01 cm<sup>2</sup>, mostrando diferencias estadísticas significativas con respecto a los tratamientos D1 (35 ml de Bio Algas /20L) con 55.57 cm<sup>2</sup> y siendo el de menor promedio la D0 (Sin Bio Algas) que obtuvo 39.72 cm<sup>2</sup>.

**Figura 21**

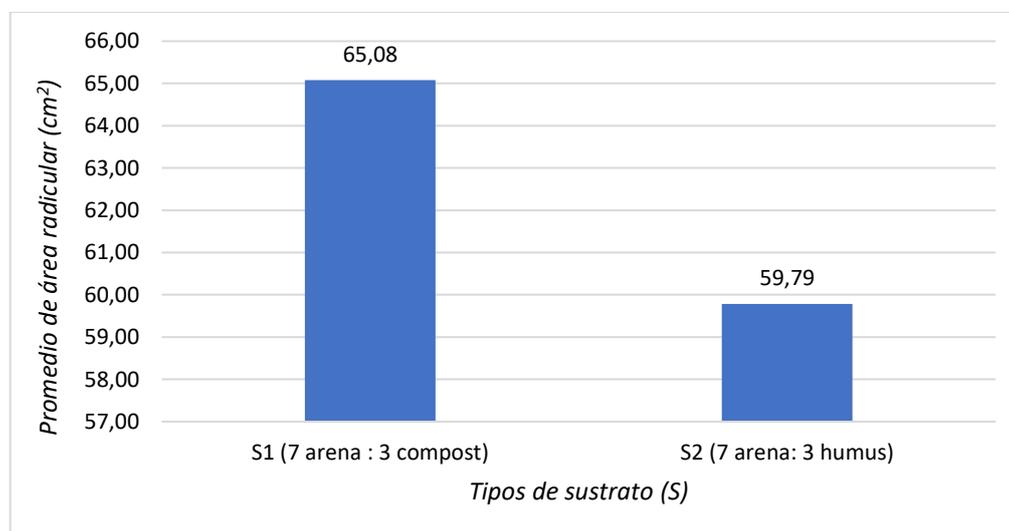
*Efecto de la dosis de bioestimulante en el área radicular (cm<sup>2</sup>).*



La figura 21 muestra que la D2 (65 ml de Bio Algas /20L) con 92.01 cm<sup>2</sup> tiene mayor valor promedio, a contrario de la D0 (Sin Bio Algas) de menor valor promedio con 39.72 cm<sup>2</sup>, respecto al área radicular.

**Figura 22**

*Efecto de los tipos de sustrato en el área radicular (cm<sup>2</sup>).*



En la figura 22 se observa que el S1 (7 arena : 3 compost) con 65.08 cm<sup>2</sup> tiene mayor valor promedio, a contrario del S2 (7 arena : 3 humus) con 59.79 cm<sup>2</sup>, respecto al área radicular. Sin embargo, no se encontraron diferencias estadísticas significativas en este factor.

### 5.1.8. Resultados del análisis de fertilidad de los sustratos

El resultado de los análisis de fertilidad realizados a los 2 tipos de sustratos utilizados en el presente trabajo de investigación presenta lo siguiente:

En cuanto al pH los dos tipos de sustratos se encuentran por encima de un valor de 7, el Sustrato 1 (7 arena:3 compost), obtuvo 8.27; y el Sustrato 2 (7arena:3 Humus), obtuvo 9.49, evidenciándose sustratos con características alcalinas. Debiéndose tomar en cuenta para tener disponibilidad de nutrientes durante el desarrollo vegetativo de la planta.

Con respecto a la infiltración de agua al regar las plantas, se observó que en el Sustrato 1 (7 arena:3 compost) infiltraba el agua en menor tiempo con respecto a el Sustrato 2 (7arena:3 Humus), en la que demoraba un mayor tiempo, donde se puede presentar problemas de encharcamiento, sino se realiza un riego con espacios de tiempo (número de pulsos en caso de sistema de riego).

Por otro lado, la materia orgánica y el nitrógeno total resultaron en el Sustrato 1 (7 arena:3 compost) con 0.940 y 0.047 respectivamente, obteniéndose resultados ligeramente mayores que el Sustrato 2 (7arena:3 Humus) con 0.402 y 0.020 respectivamente. En la cual se observó la pobreza de estos dos parámetros en los dos tipos de sustrato utilizados en la investigación. Por lo cual se infiere que esta carencia se produjo al realizar la mezcla con menor proporción de compost y humus con respecto a la arena.

El fósforo en el Sustrato 1 (7 arena:3 compost), obtuvo 17 ppm y el Sustrato 2 (7arena:3 Humus), obtuvo 16 ppm, considerando los dos tipos de sustratos altos en su contenido, ya que se obtuvo este parámetro en el laboratorio mediante el método de Olsen.

Mientras que el potasio en el Sustrato 1 (7 arena:3 compost) resulto con un valor ligeramente mayor con 114 ppm y el Sustrato 2 (7arena:3 Humus) con 108 ppm. Teniendo una importante función como osmoregulador dentro de la planta, la cual pudo haberse visto afectada por el pH.

Así mismo la conductividad eléctrica (CE) del Sustrato 1 (7 arena:3 compost), se encontró entre 0.979 dS ms<sup>-1</sup> siendo el menor y del Sustrato 2 (7arena:3 Humus), con 1.755 dS m<sup>-1</sup> fue el más alto. Donde, no se encontraron problemas de salinidad. Teniéndose en cuenta que un exceso de salinidad puede retardar el crecimiento de la planta, habiendo especies tolerantes a esta característica del sustrato.

**Tabla 20***Análisis económico por Ha de tratamientos dentro de la investigación.*

Descripción	T1	T2	T3	T4	T5	T6
Cantidad unid/Ha	1111	1111	1111	1111	1111	1111
Costo total de produc.	S/ 13,745.93	S/ 14,043.31	S/ 14,151.96	S/ 16,038.23	S/ 16,223.73	S/ 16,335.78
Costo Produc./Unid	S/ 12.37	S/ 12.64	S/ 12.74	S/ 14.44	S/ 14.60	S/ 14.70
Precio Venta/Unid	S/ 15.00					
Precio Total Venta	S/ 16,665.00					
Utilidad neta de produc.	S/ 2,919.07	S/ 2,621.69	S/ 2,513.04	S/ 626.77	S/ 441.27	S/ 329.22
Margen de utilidad	S/ 2.63	S/ 2.36	S/ 2.26	S/ 0.56	S/ 0.40	S/ 0.30
Indice de Rentabilidad (%)	21.24	18.67	17.76	3.91	2.72	2.02
Relac. Beneficio/Costo	0.2124	0.187	0.178	0.039	0.027	0.020

## 5.2. DISCUSIONES

### Número de brotes

Con respecto a la dosis de bioestimulante, se observó como el mayor valor promedio la D2 (65 ml de Bio Algas /20L) con 2.38 brotes. Se concuerda con el trabajo de investigación de Vilca (2022) donde afirma que a mayor dosis de bioestimulante se logró estimular un mayor número de brotes, con aplicaciones de diferentes dosis de bioestimulante Root Hor (7 ml) los cuales obtuvieron mayor número de brotes en promedio. Mientras que Veliz, C. (2017) al aplicar (3500 ppm de ANA + 3500 ppm de AIB) obtuvo 1.86 brotes en su investigación sobre hormonas ANA y AIB para la propagación asexual en esquejes de la pitahaya roja, en la que concluyo que la utilización de estas hormonas tiene un comportamiento fisiológico efectivo en las plantas de la familia Cactácea. A su vez, sus datos resultaron inferior con respecto a lo obtenido en esta investigación.

Tuanama (2022) a los 120 días después de la siembra de estacas de pitahaya observo que el mayor promedio de número de brotes se obtuvo en los sustratos A3 (Tierra negra 75 %+ humus de lombriz 25 %), A1 (75 % arena de rio+25 % tierra negra) y A0 (tierra negra) con un promedio de 1 brote respectivamente, valores que no muestran diferencia estadística, coincidiendo con los resultados obtenidos en esta investigación, en la que se obtuvo el S1 (7 arena : 3 compost) con 2.14 brotes ligeramente con mejores resultados del S2 (7 arena : 3 humus) con 1.99 brotes, en la que no se encontraron diferencias estadísticas significativas.

## Longitud de brotes

Se observó con mejores resultados la D2 (65 ml de Bio Algas /20L) con 22.34 cm en la aplicación de bioestimulante. Estos valores no concuerdan con lo obtenido por Veliz (2017) siendo el valor más alto aplicado a estacas de pitahaya dentro de invernadero, su dosis media (3500 ppm de ANA + 3500 ppm de AIB) obteniendo 21.39 cm, difiriendo de su dosis alta (4000 ppm de ANA + 4000 ppm de AIB) alcanzando un promedio de 12.45 cm. Se muestra en el trabajo del autor valores inferiores alcanzados en esta investigación.

Vilca, (2022) en su investigación titulada: “Efecto del bioestimulante Root Hor y sustratos en la propagación vegetativa de Pitahaya Amarilla (*Hylocereus megalanthus*) en vivero realizado en amazonas” observó que, las estacas en los S3 (Tierra agrícola + pajilla carbonizada) y S2 (Tierra agrícola + compost) presentaron mayor tamaño con 46.79 cm y 45.30 cm, respectivamente. Sin embargo, no encontraron diferencias estadísticas significativas. Coincidiendo con lo obtenido en el análisis de varianza de este factor, pero gráficamente se observa que el S1 (7 arena : 3 compost) con 20.83 cm tiene mayor valor promedio en la longitud de brotes, a contrario del S2 (7 arena : 3 humus) con 20.11 cm. Sin embargo, no se encontraron diferencias estadísticas significativas en este factor. Mientras, Balaguera et al. (2011) mencionan que se puede generar mayor longitud de brotes en la propagación asexual de pitahaya utilizando estacas entre 40 cm a 60 cm. Por otro lado, Toscano, J. (2021) refiere que la arena fue uno de los materiales que no beneficiaron mucho en la calidad de las plántulas de uvilla, ya que en los tratamientos en los que fue incorporada presentaron plantas con desventajas agronómicas, además de la nula retención de agua.

## Número de raíces

Se obtuvo como el mejor resultado de la aplicación de bioestimulante la D2 (65 ml de Bio Algas /20L) con 4.05 raíces. Torres (2015) en su trabajo de investigación sobre la propagación asexual de pitahaya (*hylocereus undatus*) mediante estacas empleo enraizadores ANA y AIB tuvo como resultado a los 120 días en campo abierto que el tratamiento tres (2000 mg kg<sup>-1</sup> AIB + 2000 mg kg<sup>-1</sup> ANA) obtuvo la mejor respuesta en número de raíces 10.40. El cual resulta superior a la dosis alta (D2) obtenida en el presente trabajo. Por otro lado, se coincide con la idea plasmada en la tesis titulada “efecto de enraizante en la propagación asexual de esquejes de lirio en condiciones de invernadero”. Donde se evaluó a los 90 días postrasplante el número de raíces en la que se obtuvo como la mayor cantidad promedio obtenido por la dosis alta (15 ml Root Hot/L de agua) con 4.12

raíces. En la que se deduce que conforme se incrementa la dosis del enraizante, aumenta la cantidad de raíces (Poma, 2017).

El tratar estacas con sustancias reguladoras de crecimiento, de tipo auxina, citoquinina (hormonas), aumenta el porcentaje de estacas que forman raíces, acelera la iniciación de ellas, aumenta el número y calidad de las raíces producidas por estaca y aumenta la uniformidad del enraizamiento (Hatmann y Kester, 1988).

Con respecto a los tipos de sustratos se encontró con mejores resultados al S1 (7 arena : 3 compost) con 3.69 raíces. Sin embargo, no se encontraron diferencias estadísticas significativas en este factor. Por el contrario, Ortiz (2019) en su tesis titulada: 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” obtuvo resultados a los 6 meses de su investigación, como mayor valor promedio el tratamiento T3 (3 Arena: 1 Turba: 1 Humus) con 7 raíces. En la cual, se encontró diferencias estadísticas significativas.

### **Longitud de raíces**

Sobre la dosis de bioestimulante, se obtuvo como mejores resultados promedio la aplicación de la D2 (65 ml de Bio Algas /20L) con 12.45 cm y la D1 (35 ml de Bio Algas /20L) con 11.45 cm comparados con la D0 (Sin Bio Algas) de menor valor promedio con 9.46 cm. Similar respuesta obtenida en la investigación titulada: “Evaluación de enraizamiento de tunas por efecto de la aplicación de la fitohormona AIB en invernadero” indica que el T4 (12000ppm AIB) resultó con mayor longitud de raíz con una media de 19.875 cm, seguido del T3 (8000ppm AIB) con 16.225 cm, T2 (4000ppm AIB) media de 14.500 cm, mientras que el T1 (0ppm AIB) con 9.375cm con menor longitud de raíz (Minaya, 2014), asemejándose los valores sin bioestimulante. Por la cual podemos afirmar que las dosis de bioestimulante influyen en la familia de las cactáceas con respecto a la longitud de raíces y que los mejores resultados obtenidos coinciden con las altas dosis. Por el contrario, en la investigación de Garbanzo et al., (2021) al evaluar las estacas de pitahaya en vivero, la longitud de raíces brotadas de los cladodios no mostró un efecto significativo, solo una tendencia de mayor longitud (> 14,20 cm) en las soluciones naturales (bioestimulantes) de agua de coco, pipa y lentejas en comparación al testigo (11,25 cm).

En el parámetro evaluado, longitud de raíces, en la que se observó gráficamente al tratamiento como el mejor valor promedio S1 (7 arena : 3 compost) con 11.38 cm, seguido

de S2 (7 arena : 3 humus) con 10.86 cm. A pesar de no encontrar diferencias estadísticas significativas. Coincide estadísticamente con los resultados obtenidos por Tuanama (2022) la cual menciona que el sustrato A0 con un promedio de 32.65 cm, seguido de los sustratos A1, A3, A2 (31.54, 30.25 y 27.07 cm respectivamente), siendo este último tratamiento donde se obtuvo la menor longitud de raíz, valores que no muestran diferencia estadística, siendo por tanto similares.

### **Peso fresco de raíces**

El tratamiento de dosis de bioestimulante con el mayor valor promedio es la D2 (65 ml de Bio Algas /20L) con 9.93 gr. Por lo cual se deduce que ah mayor dosis, mayor peso fresco coincidiendo con los resultados obtenidos por Garbanzo et al., (2021) quienes mencionan que las soluciones naturales (Bioestimulantes) de SAC (300 ml /L de agua) mostraron el mayor peso fresco de raíz con 7,90 gr. que los demás tratamientos en su investigación. Por lo que señala que el efecto del agua de coco en la estimulación del crecimiento de las células en los tejidos es debido a que contiene concentraciones importantes de auxinas, ácido abscísico, giberelina y citoquininas. Las cuales están asociadas a la estimulación en los meristemos apicales en los procesos de elongación, división y diferenciación celular, que promueven el crecimiento de las raíces y brotes en las plantas.

Vilca, (2022) en esta variable no encontró diferencia significativa, pero si diferencia numérica las mayores oscilaron en los tratamientos S2 (Tierra agrícola + Pajilla carbonizada) con un promedio de 4.22 g y el tratamiento que tubo menor peso de materia seca fue el S1 (Tierra agrícola) con un promedio 2.62 g. Sin embargo, los datos obtenidos en la presente investigación con el S1 (7 arena : 3 compost) con 6.84 gr. tiene mayor valor promedio y de menor valor numérico el S2 (7 arena : 3 humus) con 6.59 gr. Obteniendo mayores valores promedio a pesar de no haber encontrado diferencias estadísticas significativas.

### **Peso seco de raíces**

El tratamiento de dosis de bioestimulante que obtuvo el mejor resultado promedio en el parámetro de peso seco de raíces es la D2 (65 ml de Bio Algas /20L) con 4.69 gr, seguido de la D1 (35 ml de Bio Algas /20L) con 2.60 gr y siendo de menor promedio D0 (Sin Bio Algas) con 2.38 gr. Estos resultados coinciden con los obtenidos por Minaya (2014) donde evaluó el enraizamiento de tunas (opuntia indica) por efecto de la aplicación de la fitohormona AIB en condiciones de invernadero en el Distrito de Huaraz, en la que sé

observo que el T4 (12000ppm AIB) resultó con mayor peso seco de raíz con una medida de 0.480 gr., seguido de T3 (8000ppm AIB) media de 0.397 gr., T2 (4000ppm AIB) con una media de 0.295 gr., mientras que el T1 (0ppm AIB) fue de 0.039 gr. siendo el de menor peso seco de raíz. Contrario a los resultados obtenidos por Garbanzo et al. (2021) quienes en el peso seco de raíces no encontraron diferencias estadísticas significativas entre sus tratamientos.

Montejo (2020) en su investigación sobre: “La evaluación del efecto de sustratos y enraizadores en la propagación vegetativa de la pitahaya” determinó transcurridos 120 días que el sustrato arena presento los mejores resultados con un promedio de 2.75 g. Por otro lado, Montoya y Umazor (2013) en el caso de la especie de pitahaya en el tratamiento de compost obtuvo mayor valor promedio con 31.1 g de peso seco de raíces. Todo ello, difiere estadísticamente de los resultados obtenidos en esta investigación donde el S1 (7 arena : 3 compost) con 3.28 gr. tiene mayor valor promedio, a contrario del S2 (7 arena : 3 humus) con 3.19 gr, resultando los tipos de sustrato, sin diferencia estadística significativa.

### **Área radicular**

La dosis de bioestimulante, en el que se observó los mejores resultados es la D2 (65 ml de Bio Algas /20L) con 92.01 cm<sup>2</sup> y siendo de menor valor promedio D0 (Sin Bio Algas) con 39.72 cm<sup>2</sup>. Con respecto al área radicular en condiciones de invernadero, no se encontraron datos sobre este parámetro evaluado en investigaciones antes realizadas. Sin embargo, se infiere que el efecto de sus principales ingredientes activos como: extracto de algas, menciona Aremu *et al.* (2015), que la aplicación de extractos de algas marinas tiene efectos positivos en el desarrollo y crecimiento de las raíces, además incrementa la cantidad de fitohormonas endógenas (citoquinina), tanto en la parte aérea como en las raíces de las plantas. Por otro lado, Redagrícola (2017) menciona que la presencia de nitrógeno, mediante una buena nutrición con (N) se gana en desarrollo radicular y el fosforo disponible (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), siendo este un elemento que estimula el desarrollo del sistema radicular y el establecimiento temprano de las plantas.

Respecto a los tipos de sustrato, se obtuvo gráficamente resultados en la que se observa que el S1 (7 arena : 3 compost) con 65.08 cm<sup>2</sup> tiene mayor valor promedio, a contrario del S2 (7 arena : 3 humus) con 59.79 cm<sup>2</sup>. Sin embargo, no se encontraron diferencias estadísticas significativas en este factor. Tampoco se encontraron datos sobre

este parámetro evaluado en investigaciones anteriormente realizadas. Por ello se infiere que el área radicular no está influenciada por los tipos de sustratos en esta investigación.

## VI. CONCLUSIONES

Se determinó que la dosis adecuada, la cual obtuvo mejores resultados en la aplicación de bioestimulante Bio Algas en la propagación asexual de estacas de pitahaya roja *Hylocereus hybridum*, bajo condiciones de invernadero fue la D2 (65 ml de Bio Algas /20L) obteniendo como resultados: Número de brotes con 2.38 unid., longitud de brotes con 22.34 cm, número de raíces con 4.05 unid, longitud de raíces con 12.45 cm, peso fresco con 9.93 gr, peso seco de raíces con 4.69 gr. y área radicular con 92.01 cm<sup>2</sup>.

Se concluye que al identificar el mejor tipo de sustrato, al realizar el Análisis de Varianza, no se encontraron diferencias estadísticas significativas en ninguno de los parámetros evaluados, pero se pudo observar numéricamente (figuras graficas) que el S1 (7 arena : 3 compost) obtuvo mejores resultados: número de brotes con 2.14 unid, longitud de brotes con 20.83 cm , número de raíces con 3.69 unid, longitud de raíces con 11.38 cm, peso fresco de raíces con 6.84 gr, peso seco de raíces con 3.28 gr. y área radicular con 65.08 cm<sup>2</sup>.

## VII. RECOMENDACIONES

- Se recomienda aplicar la dosis de bioestimulante D2 (65ml de Bio Algas /20L) que obtuvo los mejores resultados en la propagación asexual de pitahaya roja *Hylocereus hybridum* en condiciones de invernadero.
- Se sugiere utilizar diferentes proporciones y materiales para la elaboración de sustratos en posteriores trabajos de investigación.
- Se aconseja adquirir estacas con buenas características fitosanitariamente sanas para un buen desarrollo vegetativo.
- Se recomienda el uso de fungicidas durante la instalación en las estacas (inmersión) y sustratos (aplicación) para prevenir la presencia de hongos.
- Se propone investigar diversas variedades de pitahaya en diferentes partes del Departamento de Ancash ya que hoy en día tiene demanda nacional e internacional.
- Se recomienda desarrollar investigaciones que evalúen el efecto de dosis más altas con el fin de poder determinar el límite de uso de bioestimulante Bio Algas.

## VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 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 Licenciatura, Universidad Nacional de Loja]. Archivo digital. <https://www.semanticscholar.org/paper/Evaluación-de-tres-enraizantes-y-dos-tamaños-de-en-Zaruma-Stefany/ca5e989d6017ab46d313cc61aed612b43185a7f5>
- Aremu, A.O.; Placková, L.; Gruz, J.; Bíba, O.; Novak, O.; Stirk, W.A.; Dolezal, K. and J., Van Staden. (2015). Seaweed-derived biostimulant (Kelpak®) influences endogenous cytokinins and bioactive compounds in hydroponically grown *Eucomis autumnalis*. *J. Plant Growth Regul.* DOI:10.1007/s00344-015-9515-8.
- Balaguera, H., Morales, E., Almanza, P., y Balaguera, W. (2010). El tamaño del cladodio y los niveles de auxina influyen en la propagación asexual de pitahaya (*Selenicereus megalanthus* Haw.). *Revista Colombiana de ciencias hortícolas*, 4(01), 2-7.
- Bárcenas, A. (1994). *Efecto de tres sustratos en el enraizamiento y desarrollo de pitahaya (Hylocereus undatus)*. *Memorias de la XL Reunión Anual Interamericana Society for Tropical Horticulture*. Campeche - Mexico.
- Bastos, D., Pio, R., Scarpe, J., Neubern, M., Paes, L., Dias, T., & Talitha, S. (2006). Propagation of red pitaya (*Hylocereus undatus*). *cienc. Agrotec.*, 30(6), 1106-1109.
- Castillo, M., Cáliz De, D., & Rodríguez, C. (1996). *Guía técnica para el cultivo de pitahaya, Chetumal Quintana Roo*. México. Archivo digital. [https://www.researchgate.net/profile/Roland-Ebel/publication/311426001\\_Handbook\\_for\\_the\\_Sustainable\\_Production\\_of\\_Pitahaya\\_in\\_the\\_Yucatan\\_Peninsula\\_Mexico/links/584595d208aeda69681a5a11/Handbook-for-the-Sustainable-Production-of-Pitahaya-in-the-Yucatan-Peninsula-Mexico.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Roland-Ebel/publication/311426001_Handbook_for_the_Sustainable_Production_of_Pitahaya_in_the_Yucatan_Peninsula_Mexico/links/584595d208aeda69681a5a11/Handbook-for-the-Sustainable-Production-of-Pitahaya-in-the-Yucatan-Peninsula-Mexico.pdf)
- Castillo, R. (2006). *Aprovechamiento de la pitahaya: bondades y problemática*. *Caos Conciencia I*. p. 13-18. <https://docplayer.es/20839911-Aprovechamiento-de-la-pitahaya-bondades-y-problematicas.html>
- CENICAFE. (1990). Uso de la pulpa de café en siembras de pitahaya. *ISSN*, 178-180.

- Cerqueda, H. (2010). *Propagacion sexual y asexual de la pitahaya (Hylocereus spp)* [Tesis de maestria, Instituto Politécnico Nacional de Oaxaca]. Archivo digital. [http://literatura.ciidiroaxaca.ipn.mx:8080/xmlui/handle/LITER\\_CIIDIROAX/6](http://literatura.ciidiroaxaca.ipn.mx:8080/xmlui/handle/LITER_CIIDIROAX/6)
- Chocaca, M. (2019). *Interacción de tipos de sustrato con dos tamaños de cladodios en la propagacion asexual de pitahaya amarilla (Cereus triangularis) en el Distrito de churuja - Region amazonas, 2017*. [Tesis de grado, Universidad nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas]. Repositorio institucional de la UNTRM. <https://repositorio.untrm.edu.pe/handle/20.500.14077/1773>
- Condori, E. (2006). *Efecto de enraizadores naturales en la propagación asexual de arce negundo (arcenegundo) en vivero*. [Tesis de pregrado, Universidad de San Andrés]. Repositorio Umsa. <https://repositorio.umsa.bo/handle/123456789/12305>
- Cruz, M., Rodriguez, L., & Ruiz, G. (2015). *PITAHAYA (Hylocereus spp.) UN RECURSO FITOGENÉTICO CON HISTORIA Y FUTURO PARA EL TRÓPICO SECO MEXICANO*. Sistema de Información Científica, Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas. <https://www.redalyc.org/pdf/1932/193243640007.pdf>
- De Andrade, R., Geraldo, A., & Habib, M. (2007). Influencé of the material source and the cicatrize time in vegetative propagation of red dragon fruit (*Hylocereus undatus* Haw). *Revista Brasileira de Fruticultura*, 29(1), 183-186.
- Domínguez, A. (2016). *Estudio experiemntal para la elaboración de licor de pitaya*. [Tesis de pregrado, Universidad de San cristobal de la laguna]. Archivo digital. <https://riull.ull.es/xmlui/bitstream/handle/915/3102/Estudio+experimental+para+la+elaboracion+de+licor+de+Pitaya.pdf?sequence=1>
- Domínguez, J. (2004). State of the art and new perspectives on vermicomposting research. *Edwards (Ed). Earthworm ecology. 2nd ed. CRC Press, Florida, USA. 441 p.*
- Edmeades, D. (2002). *The effects of liquid fertilizers derived from natural products on crop, pasture and animal production: a review*. *Fertilizar*. Archivo digital. <https://www.fertilizar.org.ar/subida/revistas/Articulos/2011/2011%20-%20n%C2%BA%2019%20-%20Los%20productos%20bioestimulantes.pdf>
- FAO. (2003). *Organización de la ffundación alimentaria"Producción Nacional de la Papa en el Perú"*. Lima: FAO

- Garbanzo, G. et al. (2021). Evaluación de tamaño de cladodios y bio-estimulantes de enraizamiento para la propagación de pitahaya. *Agronomía costarricense*, 45(2),29-40. <https://doi.org/10.15517/rac.v45i2.47765>
- García, M. y Quirós, O. (2011). Análisis del comportamiento de mercado de la pitahaya (*Hylocereus undatus*) en Costa Rica. *Revista trimestral tecnología en marcha* 23(2):14-24.
- García, S. (2017). *Bioestimulantes Agrícolas, Definición, Principales Categorías y Regulación a Nivel Mundial*. INTAGRI, Serie Nutrición Vegetal, México. <https://www.intagri.com/articulos/nutricion-vegetal/bioestimulantes-agricolas-definicion-y-principales-categorias>
- Gayosso, S., Borges, L., Villanueva, E., Estrada, M., y Garruña, R. (2016). Sustrato para producción de flores. *Dialnet*, 50(5), 617 - 631.
- Gibson, C. (1986). *The cactus primer*. Harvard University Press, London.
- Hartmann, T y Kester, D. (1998). Propagación de plantas: principios y prácticas. Continental, México. 727 p.
- ICA. (2012). *Manejo fitosanitario del cultivo de la pitahaya (K. Schum. ex Vaupel) Ralf Bauer. Medidas para la temporada invernal*. Ica. <https://www.ica.gov.co/getattachment/87a2482e-a36a-4380-80ae-11072d0c717c/-nbspc%3BManejo-fitosanitario-del-cultivo-de-pitahaya.aspx>
- INFOAGRO. (2021). *El cultivo de la pitahaya*. Infoagro. [https://www.infoagro.com/documentos/el\\_cultivo\\_pitahaya.asp](https://www.infoagro.com/documentos/el_cultivo_pitahaya.asp)
- Innobak Global. (2018). *Bioestimulantes I*. Innobak Global. <https://www.innovakglobal.com/bioestimulantes-l/>
- INTA, I. N. (2002). *Guía Tecnológica 6. Cultivo de la Pitahaya*. Inta. <https://docplayer.es/23369799-Guia-tecnologica-6-cultivo-de-la-pitahaya.html>
- INTAGRI. (2015). *Nutrición vegetal*. Intagri. <https://www.intagri.com/articulos/nutricion-vegetal/uso-de-extractos-de-ascophyllum-nodosum>
- Landis, T., Tinus, R., McDonald, S., & Barnett, J. (1990). Containers and growing media. En *The Container Tree Nursery manual*. Forest Service: Agric. Handdbk, 2, 88.

- Leakey, RRB. 2004. Physiology of vegetative reproduction. In Burley, J; Evans, J; Youngquist, JA. (eds). *Encyclopaedia of Forest Sciences. Academic Press, Londres, Reino Unido. p. 1655-1668.*
- Leakey, RRB. 2014. Plant Cloning: Macropropagation. In: Neal Van Alfen (ed). *Encyclopedia of Agriculture and Food Systems. Academic Press, San Diego, Estados Unidos de América. p. 349-359.*
- Mainardi, F. (1980). *El huerto y el jardín en su piso. Barcelona-España: De Vicchi.*
- Macavilca, L. (2019). *Estudio de mercado y localización para una planta productora de nectar de pitahaya (hylocereus undatus) endulzado con xiditol.* [Tesis de pregrado, Universidad de Lima]. Repositorio institucional de la ULima. [https://repositorio.ulima.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12724/9358/Gabriel\\_Macavilca\\_Leslie\\_Yomira.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ulima.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12724/9358/Gabriel_Macavilca_Leslie_Yomira.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Magraner, S. (2020). *Estudio del comportamiento agronomico del cultivo de la pitahaya en condiciones de clima mediterraneo.* Valencia. [Tesis de pregrado, Universitat Politècnica De València]. Repositorio UPV. <https://riunet.upv.es/handle/10251/158201>
- Maroto, J. (1990). *Horticultura herbácea especial.* Madrid: Mundi Prensa.
- Montejo, M. E. (2020). *Evaluación del efecto de sustratos y enraizadores en la propagación vegetativa de la pitahaya; Jacaltenango, Huehuetenango* [Tesis de pregrado, Universidad Rafael Landívar]. Archivo digital. <http://recursosbiblio.url.edu.gt/tesiseortiz/2021/06/14/Montejo-Marvin.pdf>
- Minaya, J. (2014). *Evaluación del enraizamiento de tunas (opuntia indica) por efecto de la aplicación de la fitohormona AIB en condiciones de invernadero en el Distrito de Huaraz y Provincia de Huaraz.* [Tesis de pregrado]. Universidad Nacional Santiago Antunez de Mayolo.
- Montoya, R., y Umanzor, M. (2013). *Evaluacion de diferentes sustratos usados en la propagación de las especies de nopal (Opuntia ficus indica L.) y pitahaya (Hylocereus undatus Britt et Rose.), Managua* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria]. Repositorio institucional de la UNA. <https://repositorio.una.edu.ni/2193/>

- Ortiz, P. (2019). *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 pregrado]. Universidad Nacional Santiago Antunez De Mayolo.
- Palma, J. (28 de Julio, 2021). *Mi pitahaya hybridum a los 2 meses* [Video]. Youtube. <https://www.youtube.com/watch?v=CyYs23DpKiM>
- Peru.info. (2019). *Conoce la pitahaya*. Peru info. <https://peru.info/es-pe/gastronomia/noticias/2/13/conoce-la-pitahaya--la-fruta-del-dragon>
- Pitanorte. (2013). *Pitahaya hybridum (Enraizada)*. Pitanorte. <https://www.pitanorte.com/producto/pitahaya-hybridum/>
- Poma, M. (2017). *Efecto de enraizante en la propagación asexual de esquejes de lirio (lilium sp.) en condiciones de invernadero*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Huancavelica]. Repositorio UNH. <http://repositorio.unh.edu.pe/handle/UNH/2588>
- PROCOMER. (2020). *Cosecha de pitahaya. Manual técnico*. Procomer. <https://www.procomer.com/wp-content/uploads/Manual-de-cosecha-pitahaya.pdf>
- PROCOMER. (2021). *Siembra de pitahaya - Manual técnico*. Procomer. <https://www.procomer.com/wp-content/uploads/Manual-de-siembra-pitahaya.pdf>
- Radley, O., Beale, H. & Zimmermann, R. (Eds.). (2016). *Fundamental Texts On European Private Law*. Hart Publishing. <https://doi.org/10.5040/9781782258674>
- Raveh, E., Weiss, J., Nerd, A., & Mizrahi, Y. (1993). A new fruit crop for the Negev. Desert of Israel. *J. Janick y JE Simon (eds.)*, 491-495.
- Redagráfica. (2017). *La raíz es el cerebro de la planta (Darwin)*. Redagráfica. <https://redagricola.com/la-raiz-es-el-cerebro-de-la-planta/>
- Rodríguez, K. (2019). *Efecto del ácido indolbutírico en la propagación vegetativa de la pitahaya amarilla (Selenicereus megalantus Haw.) en diferentes sustratos bajo condiciones de vivero en Milpuc - Rodríguez de Mendoza* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas] Repositorio institucional de UNTRM. <https://repositorio.untrm.edu.pe/handle/20.500.14077/1772>

- Rojas, F. (2020). *Efecto de dos enraizadores y una mezcla en la propagación por estacas de (Hylocereus undatus) en Santiago de Chuco, La Libertad*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Trujillo]. Repositorio institucional de UNT. <http://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/15691>
- Ruiz, E. (2021). *Identificación de insectos plaga en el cultivo de la pitahaya*. [Tesis de pregrado, Universidad de Guayaquil. Repositorio Universidad de Guayaquil. <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/53217/1/Ru%c3%adz%20Ronquillo%20Edixon%20Ariel.pdf>
- Sabir, A., K. Yazar, F. Sabir, Z. Kara, M. A. Yazici, and N. Goksu. (2014). Vine growth, yield, berry quality attributes and leaf nutrient content of grapevines as influenced by seaweed extract (*Ascophyllum nodosum*) and nanosize fertilizer pulverizations. *Scientia Horticulturae* 175(15): 1-8.
- Soe, T. (2019). *EFFECTS OF EXPLANTS AND GROWTH REGULATORS ON IN VITRO REGENERATION OF DRAGON FRUIT (Hylocereus undatus Haworth)*. (choose professional title, Yezin Agricultural University). <https://meral.edu.mm/record/118/files/soe%20thiha%20MS%20thesis%202019.pdf>
- Schnitman. (1992). *Agricultura org'ánica. Experiencias de cultivo ecológico en argentina*. Argentina: Planeta tierra.
- Torres, E. (2015). *Propagación de pitahaya (Hylocereus undatus) mediante estacas enraizadores ANA y AIB en el cantón puerto Quito*. [Tesis de pregrado, Universidad Técnica estatal de Quevedo]. Repositorio institucional de la UTEQ. <https://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/483/1/T-UTEQ-0004.pdf>
- Toscano, J. (2021). *Evaluación de diferentes proporciones de sustratos en el crecimiento de plántulas de uvilla (physalis peruviana)*. [Tesis de pregrado, Universidad técnica de ambato]. Repositorio Uta. <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/36529/1/Tesis330%20%20Ingenier%20C3%ADa%20Agron%20C3%B3mica%20%20Toscano%20Ma%20C3%B1ay%20Jessica%20Alexandra.pdf>
- Tuanama, K. (2022). *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 pregrado,

Universidad Nacional de San Martín]. Repositorio institucional de la UNSM.  
<https://repositorio.unsm.edu.pe/bitstream/11458/4260/1/AGRONOM%20-%20Kirchen%20Lleli%20Tuanama%20Shupingahua.pdf>

Veliz, C. (2017). *Hormonas ANA Y AIB para la propagación asexual en esquejes de la pitahaya roja (Hylocereos undatus)* [Tesis de pregrado]. Universidad Técnica Estatal de Quevedo.

Vilca, S. (2022). “*Efecto del bioestimulante Root Hor y sustratos en la propagación vegetativa de Pitahaya Amarilla (Hylocereus megalanthus) en vivero, Huarangopampa - Amazonas 2022*” [Tesis de pregrado, Universidad Politécnica Amazónica]. Repositorio institucional de la UPA.  
<https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/28383/1/Tesis-199%20-%20Ingenier%20-%20Agron%20-%20CD%20580.pdf>

## IX. ANEXOS

### Anexo 1: Datos de costos de producción por tratamientos.

**Tabla 21**

*Costo de producción del T1 por Ha.*

COSTO DE PRODUCCION POR HA (T1)				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO (S/.)	TOTAL (S/.)
<b>I. COSTOS DIRECTOS</b>				<b>S/ 12,967.86</b>
<b>A. MANO DE OBRA</b>				<b>S/ 315.00</b>
Preparación de sustrato	Jornal	3	35	S/ 105.00
Llenado de bolsas	Jornal	3	35	S/ 105.00
Instalacion de estacas	Jornal	3	35	S/ 105.00
<b>B. INSUMOS</b>				<b>S/ 11,499.14</b>
Estacas de pitahaya	Unidad	1111	8	S/ 8,888.00
Fungicida (Genuino)	L.	0.046	90	S/ 4.14
Arena fina	m3	5	120	S/ 600.00
Compost	kg	1338	1.5	S/ 2,007.00
<b>B. MATERIALES</b>				<b>S/ 605.52</b>
Bolsas de polietileno	Unidad	1111	0.07	S/ 77.77
Regadora	Unidad	1	30	S/ 30.00
Cuter	Unidad	1	8	S/ 8.00
Costal	Unidad	3	4	S/ 12.00
Lampa	Unidad	1	20	S/ 20.00
Tutores	Unidad	1111	0.25	S/ 277.75
Bomba mochila	Unidad	1	180	S/ 180.00
<b>C. USO PERSONAL</b>				<b>S/ 6.00</b>
Alcohol al 70%	L.	1	6	S/ 6.00
<b>D. OTROS</b>				<b>S/ 542.20</b>
Analisis del sustrato	Global	1	30	S/ 30.00
Flete del traslado de insumos	Viaje	1	462.2	S/ 462.20
Material de escritorio	Global	1	S/ 50.00	S/ 50.00
<b>B. COSTOS INDIRECTOS</b>				<b>S/ 778.07</b>
<b>1. IMPREVISTOS</b>		%	3	S/ 389.04
<b>2. COSTOS ADMINISTRATIVOS</b>		%	3	S/ 389.04
<b>TOTAL COSTOS DE PRODUCCION</b>				<b>S/ 13,745.93</b>

**Tabla 22***Costo de producción del T2 por Ha.*

<b>COSTO DE PRODUCCION POR HA (T2)</b>				
<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>COSTO UNITARIO (S/.)</b>	<b>TOTAL (S/.)</b>
<b>I. COSTOS DIRECTOS</b>				<b>S/ 13,248.41</b>
<b>A. MANO DE OBRA</b>				<b>S/ 385.00</b>
Preparación de sustrato	Jornal	4	35	S/ 140.00
Llenado de bolsas	Jornal	4	35	S/ 140.00
Instalacion de estacas	Jornal	3	35	S/ 105.00
<b>B. INSUMOS</b>				<b>S/ 11,654.14</b>
Estacas de pitahaya	Unidad	1111	8	S/ 8,888.00
Bioestimulante (Bioalgas)	L.	3	35	S/ 105.00
Fungicida (Genuino)	L.	0.046	90	S/ 4.14
Arena fina	m3	5	130	S/ 650.00
Compost	kg	1338	1.5	S/ 2,007.00
<b>B. MATERIALES</b>				<b>S/ 661.07</b>
Bolsas de polietileno	Unidad	1111	0.07	S/ 77.77
Cuter	Unidad	2	4	S/ 8.00
Regadora	Unidad	1	30	S/ 30.00
Costal	Unidad	3	4	S/ 12.00
Lampa	Unidad	1	20	S/ 20.00
Tutores	Unidad	1111	0.3	S/ 333.30
Bomba mochila	Unidad	1	180	S/ 180.00
<b>C. USO PERSONAL</b>				<b>S/ 6.00</b>
Alcohol al 70%	L.	1	6	S/ 6.00
<b>D. OTROS</b>				<b>S/ 542.20</b>
Análisis del sustrato	Global	1	30	S/ 30.00
Flete del traslado de insumos	Viaje	1	462.2	S/ 462.20
Material de escritorio	Global	1	S/ 50.00	S/ 50.00
<b>B. COSTOS INDIRECTOS</b>				<b>S/ 794.90</b>
<b>1. IMPREVISTOS</b>	%		3	S/ 397.45
<b>2. COSTOS ADMINISTRATIVOS</b>	%		3	S/ 397.45
<b>TOTAL COSTOS DE PRODUCCION</b>				<b>S/ 14,043.31</b>

**Tabla 23***Costo de producción del T3 por Ha.*

<b>COSTO DE PRODUCCION POR HA (T3)</b>				
<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>COSTO UNITARIO (S/.)</b>	<b>TOTAL (S/.)</b>
<b>I. COSTOS DIRECTOS</b>				<b>S/ 13,350.91</b>
<b>A. MANO DE OBRA</b>				<b>S/ 350.00</b>
Preparación de sustrato	Jornal	4	35	S/ 140.00
Llenado de bolsas	Jornal	4	35	S/ 140.00
Instalacion de estacas	Jornal	2	35	S/ 70.00
<b>B. INSUMOS</b>				<b>S/ 11,741.64</b>
Estacas de pitahaya	Unidad	1111	8	S/ 8,888.00
Bioestimulante (Bioalgas)	L.	5.5	35	S/ 192.50
Fungicida (Genuino)	L.	0.046	90	S/ 4.14
Arena fina	m3	5	130	S/ 650.00
Compost	kg	1338	1.5	S/ 2,007.00
<b>B. MATERIALES</b>				<b>S/ 661.07</b>
Bolsas de polietileno	Unidad	1111	0.07	S/ 77.77
Cuter	Unidad	2	4	S/ 8.00
Regadora	Unidad	1	30	S/ 30.00
Costal	Unidad	3	4	S/ 12.00
Lampa	Unidad	1	20	S/ 20.00
Tutores	Unidad	1111	0.3	S/ 333.30
Bomba mochila	Unidad	1	180	S/ 180.00
<b>C. USO PERSONAL</b>				<b>S/ 6.00</b>
Alcohol al 70%	L.	1	6	S/ 6.00
<b>D. OTROS</b>				<b>S/ 592.20</b>
Analisis del sustrato	Global	1	30	S/ 30.00
Flete del traslado de insumos	Viaje	1	462.2	S/ 462.20
Material de escritorio	Global	1	S/ 50.00	S/ 100.00
<b>B. COSTOS INDIRECTOS</b>				<b>S/ 801.05</b>
<b>1. IMPREVISTOS</b>	%		3	S/ 400.53
<b>2. COSTOS ADMINISTRATIVOS</b>	%		3	S/ 400.53
<b>TOTAL COSTOS DE PRODUCCION</b>				<b>S/ 14,151.96</b>

**Tabla 24***Costo de producción del T4 por Ha.*

<b>COSTO DE PRODUCCION POR HA (T4)</b>				
<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>COSTO UNITARIO (S/.)</b>	<b>TOTAL (S/.)</b>
<b>I. COSTOS DIRECTOS</b>				<b>S/ 15,130.41</b>
<b>A. MANO DE OBRA</b>				<b>S/ 315.00</b>
Preparación de sustrato	Jornal	3	35	S/ 105.00
Llenado de bolsas	Jornal	3	35	S/ 105.00
Instalacion de estacas	Jornal	3	35	S/ 105.00
<b>B. INSUMOS</b>				<b>S/ 13,556.14</b>
Estacas de pitahaya	Unidad	1111	8	S/ 8,888.00
Fungicida (Genuino)	L.	0.046	90	S/ 4.14
Arena fina	m3	5	130	S/ 650.00
Humus	kg	1338	3	S/ 4,014.00
<b>B. MATERIALES</b>				<b>S/ 661.07</b>
Bolsas de polietileno	Unidad	1111	0.07	S/ 77.77
Cuter	Unidad	2	4	S/ 8.00
Regadora	Unidad	1	30	S/ 30.00
Costal	Unidad	3	4	S/ 12.00
Lampa	Unidad	1	20	S/ 20.00
Tutores	Unidad	1111	0.3	S/ 333.30
Bomba mochila	Unidad	1	180	S/ 180.00
<b>C. USO PERSONAL</b>				<b>S/ 6.00</b>
Alcohol al 70%	L.	1	6	S/ 6.00
<b>D. OTROS</b>				<b>S/ 592.20</b>
Analisis del sustrato	Global	1	30	S/ 30.00
Flete del traslado de insumos	Viaje	1	462.2	S/ 462.20
Material de escritorio	Global	1	S/ 50.00	S/ 100.00
<b>B. COSTOS INDIRECTOS</b>				<b>S/ 907.82</b>
<b>1. IMPREVISTOS</b>	%		3	S/ 453.91
<b>2. COSTOS ADMINISTRATIVOS</b>	%		3	S/ 453.91
<b>TOTAL COSTOS DE PRODUCCION</b>				<b>S/ 16,038.23</b>

**Tabla 25**

*Costo de producción del T5 por Ha.*

COSTO DE PRODUCCION POR HA (T5)				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO (S/.)	TOTAL (S/.)
<b>I. COSTOS DIRECTOS</b>				<b>S/ 15,305.41</b>
<b>A. MANO DE OBRA</b>				<b>S/ 385.00</b>
Preparación de sustrato	Jornal	4	35	S/ 140.00
Llenado de bolsas	Jornal	4	35	S/ 140.00
Instalacion de estacas	Jornal	3	35	S/ 105.00
<b>B. INSUMOS</b>				<b>S/ 13,661.14</b>
Estacas de pitahaya	Unidad	1111	8	S/ 8,888.00
Bioestimulante (Bioalgas)	L.	3	35	S/ 105.00
Fungicida (Genuino)	L.	0.046	90	S/ 4.14
Arena fina	m3	5	130	S/ 650.00
Humus	kg	1338	3	S/ 4,014.00
<b>B. MATERIALES</b>				<b>S/ 661.07</b>
Bolsas de polietileno	Unidad	1111	0.07	S/ 77.77
Cuter	Unidad	2	4	S/ 8.00
Regadora	Unidad	1	30	S/ 30.00
Costal	Unidad	3	4	S/ 12.00
Lampa	Unidad	1	20	S/ 20.00
Tutores	Unidad	1111	0.3	S/ 333.30
Bomba mochila	Unidad	1	180	S/ 180.00
<b>C. USO PERSONAL</b>				<b>S/ 6.00</b>
Alcohol al 70%	L.	1	6	S/ 6.00
<b>D. OTROS</b>				<b>S/ 592.20</b>
Analisis del sustrato	Global	1	30	S/ 30.00
Flete del traslado de insumos	Viaje	1	462.2	S/ 462.20
Material de escritorio	Global	1	S/ 50.00	S/ 100.00
<b>B. COSTOS INDIRECTOS</b>				<b>S/ 918.32</b>
<b>1. IMPREVISTOS</b>	%		3	S/ 459.16
<b>2. COSTOS ADMINISTRATIVOS</b>	%		3	S/ 459.16
<b>TOTAL COSTOS DE PRODUCCION</b>				<b>S/ 16,223.73</b>

**Tabla 26**

*Costo de producción del T6 por Ha.*

<b>COSTO DE PRODUCCION POR HA (T6)</b>				
<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>COSTO UNITARIO (S/.)</b>	<b>TOTAL (S/.)</b>
<b>I. COSTOS DIRECTOS</b>				<b>S/ 15,411.11</b>
<b>A. MANO DE OBRA</b>				<b>S/ 385.00</b>
Preparación de sustrato	Jornal	4	35	S/ 140.00
Llenado de bolsas	Jornal	4	35	S/ 140.00
Instalacion de estacas	Jornal	3	35	S/ 105.00
<b>B. INSUMOS</b>				<b>S/ 13,766.84</b>
Estacas de pitahaya	Unidad	1111	8	S/ 8,888.00
Bioestimulante (Bioalgas)	L.	5.5	35	S/ 192.50
Fungicida (Genuino)	L.	0.046	90	S/ 4.14
Arena fina	m3	5.14	130	S/ 668.20
Humus	kg	1338	3	S/ 4,014.00
<b>B. MATERIALES</b>				<b>S/ 661.07</b>
Bolsas de polietileno	Unidad	1111	0.07	S/ 77.77
Cuter	Unidad	2	4	S/ 8.00
Regadora	Unidad	1	30	S/ 30.00
Costal	Unidad	3	4	S/ 12.00
Lampa	Unidad	1	20	S/ 20.00
Tutores	Unidad	1111	0.3	S/ 333.30
Bomba mochila	Unidad	1	180	S/ 180.00
<b>C. USO PERSONAL</b>				<b>S/ 6.00</b>
Alcohol al 70%	L.	1	6	S/ 6.00
<b>D. OTROS</b>				<b>S/ 592.20</b>
Analisis del sustrato	Global	1	30	S/ 30.00
Flete del traslado de insumos	Viaje	1	462.2	S/ 462.20
Material de escritorio	Global	1	S/ 100.00	S/ 100.00
<b>B. COSTOS INDIRECTOS</b>				<b>S/ 924.67</b>
<b>1. IMPREVISTOS</b>	%		3	S/ 462.33
<b>2. COSTOS ADMINISTRATIVOS</b>	%		3	S/ 462.33
<b>TOTAL COSTOS DE PRODUCCION</b>				<b>S/ 16,335.78</b>

## Anexo 2: Análisis de los tipos de sustratos.

Figura 23

Resultado del análisis de fertilidad – S1



Figura 24

Resultado del análisis de fertilidad – S2



**UNIVERSIDAD NACIONAL**  
**“Santiago Antúnez de Mayolo”**  
**“Una Nueva Universidad para el Desarrollo”**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**CIUDAD UNIVERSITARIA – SHANCAYAN**  
 Telefax. 043-426588 - 106  
**HUARAZ – REGIÓN ANCASH**



---

**RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE FERTILIDAD**

**SOLICITANTE** : Vergara Garces Rosa Lizeth - Tesista  
**MUESTRA** : Sustrato – 02 (Arena + Humus)  
**UBICACIÓN** : Independencia - Huaraz - Ancash

Muestra N°	Textura (%)			Clase Textural	pH	M.O%	Nt. %	P ppm	K ppm	C.E dS/m.
	Arena	Limo	Arcilla							
173-b	92	07	01	Arena	9.49	0.402	0.020	16	108	1.755

**RECOMENDACIONES Y OBSERVACIONES ESPECIALES:**

La muestra es de textura arena, se caracteriza por tener una reacción fuertemente alcalina, pobre en materia orgánica y en % de nitrógeno total, rica en fósforo y pobre en potasio, no tiene problemas de salinidad.

Huaraz, 21 de diciembre del 2021.




Ing. Agr. [Nombre] [Apellido]  
 [Cargo] [Departamento]

### Anexo 3: Panel fotográfico.

**Figura 25**

*Visita de supervisión por parte de la asesora: Dra. Nelly Pilar CAYCHO MEDRANO.*



**Figura 26**

*Visita de supervisión por parte del Dr. Walter Juan VASQUEZ CRUZ.*



**Figura 27**

*Visita de supervisión por parte del Mag. Hugo MENDOZA VILCAHUAMAN.*



**Figura 28**

*Visita de supervisión por parte del Ing. Clay Eusterio PAJUELO ROLDAN.*



**Anexo 4: Datos de las evaluaciones**

**Tabla 27**

*Datos del número de brotes*

	SI			S2		
	D0	D1	D2	D0	D1	D2
N° PLANTA	T1	T2	T3	T4	T5	T6
1	2	2	5	1	3	3
2	3	2	5	4	4	4
3	3	4	5	3	2	4
4	3	3	6	2	2	4
5	2	4	6	2	3	5

**Tabla 28**

*Datos del número de brotes – Datos transformados por la raíz cuadrada ( $\sqrt{(X + 1)}$ )*

	SI			S2		
	D0	D1	D2	D0	D1	D2
N° PLANTA	T1	T2	T3	T4	T5	T6
1	1.73	1.73	2.45	1.41	2.00	2.00
2	2.00	1.73	2.45	2.24	2.24	2.24
3	2.00	2.24	2.45	2.00	1.73	2.24
4	2.00	2.00	2.65	1.73	1.73	2.24
5	1.73	2.24	2.65	1.73	2.00	2.45

**Tabla 29**

*Datos de longitud de brotes*

	SI			S2		
	D0	D1	D2	D0	D1	D2
N° PLANTA	T1	T2	T3	T4	T5	T6
1	21.80	22.14	24.68	22.31	24.67	24.68
2	19.25	23.48	22.15	18.25	15.20	22.15
3	15.35	18.65	21.58	17.21	22.89	21.58
4	18.85	21.80	22.76	17.35	21.68	22.76
5	18.25	19.38	22.45	16.27	16.03	22.45

**Tabla 30***Datos del número de raíces*

N° PLANTA	SI			S2		
	D0	D1	D2	D0	D1	D2
	T1	T2	T3	T4	T5	T6
1	9	11	15	9	11	26
2	14	12	19	11	11	8
3	9	11	15	9	9	14
4	11	10	16	12	13	16
5	10	12	18	9	11	10

**Tabla 31***Datos del número de raíces - Datos transformados por la raíz cuadrada ( $\sqrt{(X + 1)}$ ).*

N° PLANTA	SI			S2		
	D0	D1	D2	D0	D1	D2
	T1	T2	T3	T4	T5	T6
1	3.16	3.46	4.00	3.16	3.46	5.20
2	3.87	3.61	4.47	3.46	3.46	3.00
3	3.16	3.46	4.00	3.16	3.16	3.87
4	3.46	3.32	4.12	3.61	3.74	4.12
5	3.32	3.61	4.36	3.16	3.46	3.32

**Tabla 32***Datos de longitud de raíces*

N° PLANTA	SI			S2		
	D0	D1	D2	D0	D1	D2
	T1	T2	T3	T4	T5	T6
1	8.60	13.90	13.28	9.23	10.12	10.58
2	7.19	11.60	12.04	10.34	11.36	11.00
3	10.50	12.30	12.08	8.71	11.26	12.09
4	11.41	11.35	13.66	9.40	10.30	12.86
5	9.27	10.24	13.26	9.96	12.21	13.65

**Tabla 33***Datos del peso fresco de raíces*

	SI			S2		
	D0	D1	D2	D0	D1	D2
N° PLANTA	T1	T2	T3	T4	T5	T6
1	6.00	5.40	9.11	3.20	4.50	12.10
2	2.28	4.30	9.90	5.23	5.40	7.20
3	2.25	4.90	13.50	4.30	5.66	6.50
4	5.40	5.90	9.10	5.62	5.58	11.20
5	6.59	6.98	10.25	6.25	5.64	10.45

**Tabla 34***Datos del peso seco de raíces*

	SI			S2		
	D0	D1	D2	D0	D1	D2
N° PLANTA	T1	T2	T3	T4	T5	T6
1	2.00	3.10	6.40	1.80	1.50	5.80
2	1.40	2.00	5.20	4.00	3.20	3.40
3	0.90	2.90	3.10	2.30	2.30	2.50
4	3.00	2.30	4.60	3.50	2.60	6.00
5	2.30	3.20	5.80	2.58	2.90	4.12

**Tabla 35***Datos del área radicular*

	SI			S2		
	D0	D1	D2	D0	D1	D2
N° PLANTA	T1	T2	T3	T4	T5	T6
1	38.608	47.137	104.847	46.641	64.500	90.365
2	31.619	49.250	82.893	28.250	50.150	84.250
3	21.253	41.235	70.689	36.450	60.598	81.250
4	59.175	73.250	125.249	47.350	59.210	86.150
5	48.580	70.150	112.250	39.250	40.250	82.150