

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA**  
**FACULTAD DE AGRONOMÍA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA**



**EFFECTO DEL TAMAÑO DE ESQUEJE Y ACIDO INDOLBUTIRICO (AIB) EN EL  
ENRAIZAMIENTO DE *Hylocereus megalanthus* (PITAHAYA AMARILLA), EN EL  
DISTRITO DE DANIEL ALOMIA ROBLES**

**Tesis**

**Para optar el título de:  
INGENIERO AGRÓNOMO**

**PRESENTADO POR:  
ROXANA VALLEJOS QUISPE**

**Asesor:  
CARLOS MIGUEL MIRANDA ARMAS**

**Tingo María – Perú**

**2024**



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA  
Tingo María  
FACULTAD DE AGRONOMÍA



Km 1.21 carretera Tingo María. Telf. (062) 561136 E.mail: fagro@unas.edu.pe.

"AÑO DEL BICENTENARIO, DE LA CONSOLIDACIÓN DE NUESTRA INDEPENDENCIA, Y DE LA  
COMMEMORACIÓN DE LAS HEROICAS BATALLAS DE JUNÍN Y AYACUCHO"

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

N° 023-2024-FA-UNAS

BACHILLER : ROXANA VALLEJOS QUISPE

TÍTULO : "EFECTO DEL TAMAÑO DE ESQUEJE Y ÁCIDO INDOLBUTIRICO  
(AIB) EN EL ENRAIZAMIENTO DE *Hylocereus megalanthus*  
(PITAHAYA AMARILLA), EN EL DISTRITO DE DANIEL  
ALOMIA ROBLES"

JURADO CALIFICADOR

PRESIDENTE : Ing. M.Sc. FAUSTO SILVA CARDENAS  
VOCAL : Ing. M.Sc. JAIME JOSSEPH CHAVEZ MATIAS  
VOCAL : Ing. M.Sc. GEIDER FALCON PAREDES

ASESOR : Ing. CARLOS MIGUEL MIRANDA ARMAS

FECHA DE SUSTENTACIÓN : 11/12/2024

HORA DE SUSTENTACIÓN : 10:00 A.M.


LUGAR DE SUSTENTACIÓN : SALA AUDIVISUAL DE LA F.A


CALIFICATIVO : BUENO


RESULTADO : APROBADO


OBSERVACIONES A LA TESIS : EN HOJA ADJUNTA

TINGO MARÍA, 11 DE DICIEMBRE DEL 2024

  
M.Sc. FAUSTO SILVA CARDENAS  
PRESIDENTE

  
M.Sc. JAIME JOSSEPH CHAVEZ MATIAS  
VOCAL

  
M.Sc. GEIDER FALCON PAREDES  
VOCAL

  
Ing. CARLOS MIGUEL MIRANDA ARMAS  
ASESOR



“Año de la recuperación y consolidación de la economía peruana”

## CERTIFICADO DE SIMILITUD T.I. N° 074 - 2025 - CS-RIDUNAS

El Director de la Dirección de Gestión de Investigación de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, quien suscribe,

### CERTIFICA QUE:

El Trabajo de Investigación; aprobó el proceso de revisión a través del software TURNITIN, evidenciándose en el informe de originalidad un índice de similitud no mayor del 25% (Art. 3° - Resolución N° 466-2019-CU-R-UNAS).

Programa de Estudio:

Agronomía

Tipo de documento:

Tesis

X

Trabajo de Suficiencia Profesional

TÍTULO	AUTOR	PORCENTAJE DE SIMILITUD
EFEECTO DEL TAMAÑO DE ESQUEJE Y ACIDO INDOLBUTIRICO (AIB) EN EL ENRAIZAMIENTO DE <i>Hylocereus megalanthus</i> (PITAHAYA AMARILLA), EN EL DISTRITO DE DANIEL ALOMIA ROBLES	ROXANA VALLEJOS QUISPE	<b>22 %</b> <b>Veintidós</b>

Tingo María, 18 de marzo de 2025

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA  
UNIDAD DE GESTIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

Dr. Tomas Menacho Mallqui

# UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

## FACULTAD DE AGRONOMÍA

### ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA

#### REGISTRO DE TESIS PARA LA OBTENCIÓN DE TÍTULO

Universidad : Universidad Nacional Agraria de la Selva  
Facultad : Facultad de Agronomía  
Título de la Tesis : Efecto del tamaño de esqueje y ácido indolbutírico (AIB) en el enraizamiento de *Hylocereus megalanthus* (Pitahaya amarilla), en el Distrito de Daniel Alomia Robles.  
Autor : Roxana Vallejos Quispe  
DNI : 48225405  
Correo electrónico : roxanavallejosquispe@unas.edu.pe  
Asesor : Ing. Carlos Miguel Miranda Armas  
Escuela Profesional : Agronomía  
Área de investigación : Ciencias Agrícolas  
Línea (s) de investigación : Propagación de plantas y sistemas de producción agrícola.  
Eje temático de investigación : Propagación de plantas  
Lugar de Ejecución : Caserío Las Delicias – Distrito de Daniel Alomia Robles  
Duración del trabajo : 6 meses  
Fecha de inicio : Mayo del 2021  
Termino : Octubre del 2021  
Financiamiento : S/ 2222,00  
FEDU : No  
Propio : Si  
Otros : No

Tingo María – Perú. 2024



Roxana Vallejos Quispe

**Tesista**



ASESOR

Carlos Miguel Miranda armas

**Asesor**

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA**  
**FACULTAD DE AGRONOMÍA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA**



**EFEECTO DEL TAMAÑO DE ESQUEJE Y ACIDO INDOLBUTIRICO (AIB) EN EL ENRAIZAMIENTO DE *Hylocereus megalanthus* (PITAHAYA AMARILLA), EN EL DISTRITO DE DANIEL ALOMIA ROBLES**

<b>Autor</b>	: Bach. Roxana Vallejos Quispe
<b>Asesor</b>	: Ing. Carlos Miguel Miranda Armas
<b>Escuela Profesional</b>	: Agronomía
<b>Área de investigación</b>	: Ciencias Agrícolas
<b>Línea (s) de investigación</b>	: Propagación de plantas y sistemas de producción agrícola.
<b>Eje temático</b>	: Propagación de plantas
<b>Lugar de ejecución</b>	: Caserío Las Delicias – Distrito de Daniel Alomia Robles
<b>Duración</b>	: 6 meses
<b>Financiamiento</b>	: S/ 2 222,00

## DEDICATORIA

A Dios por ser nuestro creador y fortaleza, por su sabiduría que nos guía y nos da fuerza para superar obstáculos. En él encontramos consuelo y esperanza, incluso en los momentos más difíciles.

A mis padres, Samuel Vallejos Duran y Celia Quispe Urbano, quienes son el pilar de mi vida, les expreso mi más profundo agradecimiento y eterna gratitud por ser el apoyo incondicional durante todo el tiempo de estudios. Su amor, confianza y apoyo incondicional en mi desarrollo profesional son invaluable.

A mis queridos hermanos Maritza, Michael, Junior, Milagros y Jhon, les expreso mi profundo agradecimiento por el apoyo y cariño incondicional que siempre me han brindado. Su presencia en mi vida ha sido invaluable y llena de amor, y estoy agradecida por tenerlos como parte fundamental de mi camino.

## **AGRADECIMIENTOS**

A la Universidad Nacional Agraria de la Selva (UNAS), mi Alma Mater y a los docentes de la Facultad de Agronomía quienes contribuyeron con sus conocimientos en mi formación profesional.

A mi asesor Ing. Carlos Miguel Miranda Armas por su apoyo en la ejecución y conducción del presente trabajo de investigación.

A los miembros del jurado: Ing. M.Sc. Fausto Silva Cárdenas, Ing. M.Sc. Jaime Joseph Chávez Matías y Ing. M.Sc. Geider Falcon Paredes, por su revisión académica y aportes científicos en la finalización de mi tesis.

A Ing. Manuel Paredes Arce, por su gran apoyo de manera incondicional en la ejecución del presente trabajo de investigación.

El autor

## ÍNDICE

	Página
I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Objetivo general.....	2
1.2. Objetivos específicos .....	2
II. REVISIÓN DE LITERATURA .....	3
2.1. Cultivo de pitahaya amarilla ( <i>Hylocereus megalanthus</i> ).....	3
2.1.1. Generalidades.....	3
2.1.2. Taxonomía .....	3
2.1.3. Morfología del cultivo de pitahaya amarilla .....	3
2.1.4. Requerimientos edafoclimáticos .....	4
2.2. Propagación .....	5
2.2.1. Propagación sexual .....	5
2.2.2. Propagación asexual.....	5
2.2.3. Reguladores de crecimiento.....	6
2.2.4. Acido indo butírico .....	6
2.3. Trabajos de investigación .....	7
III. MATERIALES Y MÉTODOS .....	10
3.1. Lugar de ejecución.....	10
3.1.1. Ubicación .....	10
3.1.2. Zona de vida.....	10
3.1.3. Condiciones climáticas .....	10
3.1.4. Material biológico.....	10
3.2. Componentes en estudio .....	11
3.2.1. Tratamientos en estudio .....	11
3.2.2. Diseño experimental .....	11
3.2.3. Modelo aditivo lineal .....	12
3.2.4. Características del campo experimental.....	12
3.3. Ejecución del experimento.....	13
3.3.1. Instalación del campo experimental.....	13
3.3.2. Tratamiento de los esquejes .....	13
3.4. Variables evaluadas .....	14
3.4.1. Número de brotes.....	14
3.4.2. Longitud de brotes (cm).....	14
3.4.3. Longitud de raíz (cm).....	15
3.4.4. Número de raíces. ....	15

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	16
4.1. Número de brotes.....	16
4.2. Longitud de los brotes.....	17
4.3. Longitud de raíz.....	20
4.4. Número de raíces de la pitahaya amarilla.....	22
V. CONCLUSIONES.....	25
VI. PROPUESTAS A FUTURO.....	26
VII. REFERENCIAS.....	27
ANEXOS.....	32

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla	Página
1. Información climática recopilada en el transcurso del experimento. ....	10
2. Descripción de los tratamientos en estudio. ....	11
3. Esquema de análisis de varianza. ....	11
4. Análisis de varianza del número de brotes de pitahaya amarilla a los 45 DDS. ...	16
5. Prueba de Tukey ( $\alpha=0,05$ ) para el efecto principal del tamaño de esqueje y dosis de AIB, para número de brotes a los 45 DDS. ....	17
6. Cuadrado medio del análisis de varianza para la longitud de brotes a los 30, 60, 90, 120 y 150 DDS. ....	18
7. Prueba de Tukey ( $\alpha=0,05$ ) para el efecto principal de los tamaños de esquejes sobre la longitud de brotes a los 150 DDS. ....	18
8. Prueba de Tukey ( $\alpha=0,05$ ) para el efecto principal de las dosis de AIB, correspondiente a la longitud de brotes a los 30, 60, 90, 120 y 150 DDS.....	19
9. Análisis de varianza para la longitud de raíz de la pitahaya amarilla.....	20
10. Prueba de Tukey ( $\alpha=0,05$ ) para el efecto principal de los tamaños de esquejes correspondiente a la longitud radicular. ....	21
11. Prueba de Tukey ( $\alpha=0,05$ ) para el efecto principal de las dosis de ácido indolbutírico correspondiente a la longitud radicular.....	21
12. Análisis de varianza del número de raíces de pitahaya amarilla. ....	22
13. Prueba de Tukey ( $\alpha=0,05$ ) para el efecto simple de la interacción de los tamaños de esqueje por las dosis de AIB, para el número de raíces.....	23
14. Prueba de Tukey ( $\alpha=0,05$ ) para el efecto simple de la interacción de la dosis de AIB por el tamaño de esqueje para el número de raíces. ....	23
15. Número de brotes de la pitahaya amarilla a los 45 días después de la siembra. ...	33
16. Longitud de brote de la pitahaya amarilla a los 30, 60, 90, 120 y 150 DDS.....	34
17. Longitud radicular de la pitahaya al término de la investigación.....	35
18. Número de raíces de pitahaya al término de la investigación. ....	36

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Página
1. Crecimiento de la longitud de brotes en respuesta a las diferentes dosis de AIB a los 30, 60, 90, 120 y 150 DDS.....	19
2. Crecimiento radicular en respuesta a las diferentes dosis de AIB.....	22
3. Efecto de la interacción entre el tamaño de esqueje y dosis de AIB en el número de raíces de la pitahaya amarilla.....	24
4. Croquis del campo experimental.....	37
5. Croquis de la unidad experimental.....	37
6. Construcción y acondicionamiento del vivero en el caserío Las Delicias, Distrito de Daniel Alomia Robles.....	38
7. Corte y desinfección de los esquejes de 40 cm, con fungicida Protexin.....	38
8. Preparación y embolsado del sustrato.....	39
9. Aplicación del ácido indolbutírico a los esquejes de pitahaya amarilla.....	39
10. Siembra de esquejes de pitahaya en la bolsa con sustrato.....	40
11. Conteo de número de brotes a los 45 días después de la siembra.....	40
12. Medición de la longitud de brotes a los 30 y 60 días después de la siembra.....	41
13. Medición de la longitud radicular al finalizar la investigación.....	41
14. Conteo de las raíces al finalizar la investigación.....	42
15. Visita a la parcela experimental por el Ing. M.Sc. Jaime Chávez Matías miembro de jurado de tesis.....	42
16. Vivero y letrero del trabajo de investigación.....	43
17. Material biológico procedente de la Ciudad de Hural.....	43

## RESUMEN

La investigación se realizó con la finalidad de determinar el efecto del tamaño de esqueje y las dosis de ácido indolbutírico (AIB) en el proceso de enraizamiento de la pitahaya amarilla, llevada a cabo en el caserío Las Delicias, ubicado en el distrito de Daniel Alomia Robles, en la provincia de Leoncio Prado, región Huánuco. Utilizando un diseño completamente al azar, con arreglo factorial de 2A x 3B, constituido por dos longitudes de esqueje (20 y 40 cm) y tres niveles de AIB (0 ppm, 3500 ppm y 4500 ppm). Con seis tratamientos y cuatro repeticiones, y las evaluaciones se realizaron por un periodo de 150 días en condiciones de vivero. Los resultados obtenidos resaltan un desempeño sobresaliente en los esquejes de 40 cm tratados con 4500 ppm de AIB, mostrando mayor promedio en el número de raíces. Además, de manera individual, se obtuvieron resultados óptimos en el número de brotes, longitud de brotes y longitud de raíces.

**Palabras clave:** AIB, esqueje, pitahaya amarilla.

## **ABSTRACT**

The research was conducted with the aim of determining the effect of cutting size and indolebutyric acid (IBA) doses on the rooting process of yellow pitahaya. It was carried out in the Las Delicias village, located in the Daniel Alomía Robles district, Leoncio Prado Province, Huánuco region. A completely randomized design was used, with a 2A x 3B factorial arrangement, consisting of two cutting lengths (20 and 40 cm) and three IBA levels (0 ppm, 3500 ppm, and 4500 ppm). There were six treatments and four replications, with evaluations conducted over a period of 150 days under nursery conditions. The results obtained highlight an outstanding performance in the 40 cm cuttings treated with 4500 ppm of IBA, showing a higher average in the number of roots. Additionally, individually, optimal results were obtained in the number of shoots, shoot length, and root length.

**Keywords:** IBA, cutting, yellow pitahaya.

## I. INTRODUCCIÓN

La pitahaya amarilla, conocida comúnmente como la fruta del dragón, es una fruta exótica que tiene origen en Centroamérica y la selva peruana. A pesar de su creciente popularidad debido a sus destacadas características fisicoquímicas, valor nutricional y la presencia de compuestos bioactivos, su producción enfrenta desafíos significativos en términos de propagación y establecimiento de plántulas. Actualmente, Colombia y Ecuador lideran la producción mundial de esta fruta, mientras en el Perú, su cultivo se concentra en los departamentos de Lima, Piura, Amazonas, San Martín, Áncash, Lambayeque y Junín, sin embargo, la mayoría de la producción se destina principalmente al mercado nacional.

Desde el punto de vista de la producción de plántulas, el cultivo de pitahaya se puede propagar de dos formas: mediante semillas y esquejes. La propagación mediante semillas no es muy recomendable debido al tiempo prolongado que requiere cada planta para alcanzar las condiciones necesarias para ser trasplantada al campo. Además, este método requiere de cuidados intensivos y las plantas demoran de 4 a 6 años en alcanzar su fase reproductiva. Por otro lado, la propagación vegetativa a través de esquejes se ha destacado como la principal forma de multiplicación, aunque no está libre de dificultades. El enraizamiento y las técnicas de propagación empleadas han hecho que las plantas requieran más tiempo para adecuarse a las condiciones del campo y sean menos resistentes en situaciones adversas. Esto tiene un impacto negativo en la formación de un sistema radicular uniforme y fuerte.

Diversos estudios han identificado que el tamaño del esqueje es una característica importante para la producción de plántulas de pitahaya, ya que influye significativamente en el enraizamiento mediante la producción y traslado de compuestos para la formación radicular. En la pitahaya, la función de fotosíntesis es desarrollada por los tallos, por lo que su tamaño es determinante para su propagación vegetativa. Además, se ha señalado que la aplicación de enraizadores, como el ácido indol butírico (IBA), tiene un efecto positivo en la reducción del tiempo necesario para el enraizamiento de los esquejes. También se ha observado que este efecto puede variar según el tipo de sustrato utilizado, así como brindar una mayor resistencia a los insectos en los esquejes provenientes de plantas maduras.

Sin embargo, a pesar de estos avances, no se establecen medidas estandarizadas para menguar el tiempo de emisión de raíces y la formación uniforme y vigorosa de los esquejes, han motivado la búsqueda de métodos y técnicas de propagación más eficientes.

Con el fin de abordar la problemática mencionada anteriormente, este estudio de investigación tiene como objetivo obtener información sobre el efecto del tamaño del esqueje

y las dosis de ácido indolbutírico en el enraizamiento de la pitahaya amarilla. Con el propósito de establecer una base de conocimiento para investigaciones futuras y proporcionar orientación a los agricultores en la selección de una dosis adecuada y el tamaño óptimo de esqueje de la pitahaya. En este sentido, planteamos la siguiente hipótesis: que por lo menos un tamaño de esqueje y una dosis de AIB tienen un efecto significativo en el enraizamiento de la pitahaya amarilla.

### **1.1. Objetivo general**

- Determinar el efecto del tamaño de esqueje y dosis del ácido indolbutírico (AIB) en el enraizamiento de la pitahaya amarilla, en el distrito de Daniel Alomía Robles.

### **1.2. Objetivos específicos**

1. Determinar el efecto del tamaño de esqueje en el enraizamiento de la pitahaya amarilla.
2. Determinar la dosis óptima del ácido indolbutírico (AIB) en el enraizamiento de la pitahaya amarilla.
3. Evaluar las variables biométricas de la pitahaya por el efecto del tamaño de esqueje y la dosis de ácido indolbutírico (AIB).

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1. Cultivo de pitahaya amarilla (*Hylocereus megalanthus*)

#### 2.1.1. Generalidades

La pitahaya es un tipo de cactus que se desarrolla de manera natural en la región andina de Sudamérica, abarcando países como Bolivia, Perú, Ecuador, Colombia y Venezuela.

Es reconocida como una fruta exótica y tiene una gran importancia en la industria de la horticultura debido a su alta demanda tanto en el mercado local como en el internacional. Esto se debe principalmente a su sabor, aspecto, calidad y beneficios nutricionales (Suárez, 2015).

En cuanto a su crecimiento, Salazar (2015), señala que la pitahaya amarilla es una epífita facultativa, que progresa en las zonas preandinas amazónicas de Perú, Ecuador y Colombia, teniendo un crecimiento trepador y un tallo segmentado, lo cual le permite generar raíces secundarias con facilidad.

Como cactácea, la pitahaya se adapta perfectamente a lugares desérticos y presenta un metabolismo del ácido crasuláceo (CAM). Gracias a este mecanismo, la pitahaya puede tolerar condiciones de sequía extrema y tiene una eficiencia en el uso del agua de cuatro a seis veces superior a la de otros cultivos frutales en condiciones similares. Por otro lado, esta especie de cactus se convierte en un recurso preciado para los agricultores que enfrentan desafíos como los suelos áridos y la escasez hídrica (Li et al., 2018).

#### 2.1.2. Taxonomía

ITIS (2023), cataloga a la pitahaya amarilla como una planta cactácea que forma parte de división Traqueophyta, clase Magnoliopsida, orden Caryophyllales, familia Cactácea, género *Hylocereus*, especie *H. megalanthus* (K. Schum ex Vaupel) Ralf Bauer.

Zambrano et al. (2015) señala que las plantas del género *Hylocereus* se conocen comúnmente como pitaya, pitahaya o fruto del dragón, siendo diferenciadas por el color de sus frutos.

#### 2.1.3. Morfología del cultivo de pitahaya amarilla

##### 2.1.3.1. Raíz

Las raíces de la fruta dragón se dividen en dos clases: las raíces primarias, que se encuentran en el suelo y se desarrollan en una profundidad de 5 y 30 cm, encargándose de absorber nutrientes. Por otro lado, las raíces secundarias son aquellas que se desarrollan por encima del suelo y cumplen funciones como la fijación y el soporte de la planta al tutor (Vásquez y Bacalla, 2018).

### **2.1.3.2. Tallo**

En términos botánicos, se utiliza el término "cladodios" para referirse a los que reemplazan a las hojas. Estos tallos tienen tres costillas o aristas, en las cuales se encuentran las areolas, características distintivas de las cactáceas. La forma cóncava que se observa entre las aristas parece ser una adaptación relacionada con su crecimiento sobre árboles, y actúa como un canal que facilita la llegada del agua así a las raíces tanto aéreas y subterráneas en las selvas tropicales (Vásquez y Bacalla, 2018).

### **2.1.3.3. Flores**

La flor de la pitahaya es notablemente grande, con una longitud aproximada de 20 a 40 cm. Se trata de una flor hermafrodita, completa y simétrica, con un ovario ubicado en la parte inferior. Se caracteriza por la presencia de numerosos estambres y pétalos de color blanco. Además, se distingue por la existencia de brácteas en cuya base se originan espinas largas, mientras que en el extremo nacen sépalos de color amarillo y pétalos blancos. La planta produce múltiples flores que se desarrollan en cada arista. Cada flor se abre durante la noche y tiene una vida corta, cerrándose al amanecer (Sánchez, 2018).

### **2.1.3.4. Fruto**

El fruto es una baya de forma ovalada, que mide entre 7 y 9 cm de diámetro. Antes de la cosecha se observan espinas en sus mamilas; inicialmente, el fruto es de color verde, pero a medida que madura, adquiere un tono amarillo. Su peso oscila entre 150 y 380 g, y contiene semillas negras incrustadas en su pulpa blanca (Quijano et al., 2012).

## **2.1.4. Requerimientos edafoclimáticos**

El cultivo de la pitahaya se desarrolla mejor en altitudes de 500 a 1900 metros sobre el nivel del mar. Se requiere una humedad relativa que se sitúe entre el 70% y el 80%, así como una precipitación anual que oscile entre los 1200 y 2500 mm. Estos parámetros óptimos para el cultivo son mencionados por (Sotomayor et al., 2019).

Para el cultivo de la pitahaya, se necesita una temperatura que se encuentre en el rango de 18 a 25 °C. Tanto la temperatura como la luminosidad son factores clave que influyen directamente en la floración y la absorción de nutrientes, y, por lo tanto, en la producción. Aunque la pitahaya puede adaptarse a temperaturas más altas o más bajas, se observa un descenso en el rendimiento (Ramos, 2018; Sotomayor et al., 2019).

Para que el cultivo de la pitahaya sea productivo, se requieren suelos franco arenosos que estén bien drenados, como menciona (Beltrán, 2015). Estos suelos deben ser abundantes en materia orgánica y tener un pH moderadamente ácido, en el rango de 5.3 a

7. Es importante que el suelo tenga un buen drenaje para evitar el encharcamiento, lo cual ayuda a prevenir la propagación de enfermedades, incluyendo la pudrición del tallo causada por diversos patógenos, como señalan (Bárcenas y Jiménez, 2018).

## **2.2. Propagación**

La reproducción de la pitahaya puede llevarse a cabo mediante semillas, lo cual puede resultar beneficioso, ya que se obtiene material vegetal con diversa información genética, lo que resulta en características variables que pueden ser aprovechadas. No obstante, es importante tener en cuenta que puede pasar varios años antes de que la planta alcance la fase productiva mediante esta forma de reproducción. Otra opción para reproducir la pitahaya es a través de partes vegetativas, como esquejes, injertos o micropropagación.

### **2.2.1. Propagación sexual**

La pitahaya se reproduce mediante semillas; sin embargo, para propósitos de cultivo, no se recomienda la propagación sexual, debido a que las plantas requieren un cuidado intensivo durante el trasplante y tardan de cuatro a seis años en alcanzar la fase productiva (Rodríguez, 2002).

### **2.2.2. Propagación asexual**

Es la técnica preferida por los agricultores, consistente en el corte de los tallos, siendo un proceso simple y ágil para establecer nuevas plantas. Este método de propagación ofrece la ventaja de permitir una producción temprana, asegurando uniformidad en el cultivo y preservando su valor agronómico. Destaca por su facilidad de aplicación y manejo, demostrando un rendimiento reproductivo excepcional (Galvao et al., 2016).

La propagación y la rapidez de enraizamiento de la pitahaya están influenciadas por diversos factores, como el genotipo de la planta, las condiciones fisiológicas, el modelo y la dimensión del corte, las características del entorno, y el sustrato utilizado (Dos Santos et al., 2018).

Para realizar la multiplicación de esta especie mediante esquejes, se deben elegir tallos que se encuentren en un año como mínimo de producción. Así mismo, se recomienda evitar el uso de esquejes que midan menos de 25 cm (Pontes et al., 2014; Bastos et al., 2006; Marqués et al., 2011). Una vez cortados los esquejes, se recomienda tratarlos con una solución fungicida para prevenir la contaminación por hongos patógenos. Además, se recomienda llevar a cabo un proceso de curado por un período de 1 a 2 semanas en condiciones sin humedad y bajo sombra. Esto asegura que las heridas del corte cicatricen adecuadamente y evita el contacto directo con el suelo, previniendo así posibles problemas de pudrición. Una vez

finalizado este proceso, los esquejes pueden ser trasladados al terreno definitivo o colocados en bolsas con sustrato rico en materia orgánica. En esta fase, es importante mantener la humedad del sustrato y controlar tanto la fitosanidad como las malezas durante un periodo de tres a cuatro meses (Andrade et al., 2006).

### **2.2.3. Reguladores de crecimiento**

Son sustancias orgánicas naturales que, en cantidades reducidas, influyen significativamente en los procesos fisiológicos de las plantas, ya sea estimulando, inhibiendo o modificando su crecimiento. Esta influencia se debe a la naturaleza y a la estructura específica de las moléculas que componen estos reguladores (Cossio, 2013).

Los reguladores de crecimiento se dividen en dos categorías principales: las hormonas naturales, presentes en los vegetales, y los reguladores sintéticos, que son compuestos artificiales producidos mediante síntesis química (Cossio, 2013). Estos compuestos reciben el nombre de "fitorreguladores" o "reguladores del crecimiento vegetal" (Vivanco, 2010).

Las auxinas son fitohormonas que, entre otras funciones, fomentan la dominancia apical, estimulan el desarrollo del tallo y favorecen la división celular para la formación de raíces adventicias. El ácido indolacético es una auxina de origen natural, mientras que el ácido indol butírico y el ácido naftalenacético son variantes sintéticas de las mismas (Fanego, 2006).

Se observan diversas características asociadas con las funciones de las auxinas. Estas incluyen la elongación celular y la dominancia apical, así como la iniciación de raíces. Las auxinas ejercen influencia en el incremento de los tallos y raíces, estimulando el desarrollo de ramas laterales y frutos. Contribuyen de manera positiva al proceso de cuaje y maduración de los frutos, al tiempo que inhiben la abscisión y la caída de los mismos. Además, exhiben una capacidad destacada para la división celular en el cambium vascular y la diferenciación del xilema secundario. También desempeñan un papel crucial en el movimiento del fototropismo (Wil, 2012).

### **2.2.4. Acido indo butírico**

Originalmente catalogado como una auxina sintética, pero también actúa como compuesto natural dentro de la planta. Es más efectivo que el ácido indolacético en la promoción del desarrollo de raíces laterales, que lo hace popular en aplicaciones comerciales para este fin (Jordán y Casaretto, 2006).

El ácido indol butírico (IBA) es considerado ampliamente como una de las fitohormonas vegetales más efectivas y seguras para su uso general. Es un compuesto que no resulta tóxico para las plantas y ha demostrado ser altamente efectivo en la estimulación del enraizamiento en numerosas especies vegetales. El ácido indol butírico (IBA) es una hormona comúnmente utilizada en el enraizamiento de esquejes, ya que ha demostrado su capacidad para promover la formación de nuevas raíces en diferentes especies (Guerrón et al., 2014).

Varios estudios han señalado que la aplicación AIB, tiene un efecto positivo en la reducción del tiempo necesario para el enraizamiento de los esquejes. Además, se ha observado que este efecto puede variar según el tipo de sustrato utilizado, así como brindar una mayor resistencia a los insectos en los esquejes provenientes de plantas maduras (Zhao et al., 2005, Bárcenas y Campbell, 1994).

### **2.3. Trabajos de investigación**

Balaguera et al. (2010) realizó un estudio sobre propagación asexual de pitahaya utilizando cuatro dosis de AIB (0, 100, 3000 y 4500 mg L<sup>-1</sup>) y dos tamaños de estacas, de 40 y 60 cm, por un periodo de 90 días. La respuesta más favorable se obtuvo a una concentración de 4500 mg L<sup>-1</sup> de AIB en estacas de 60 cm de manera independiente, mostrando un incremento en el enraizamiento, así como en el número de brotes, raíces, longitud de raíces, y en la masa fresca y seca.

Aguilar (2015) realizó un análisis sobre la efectividad de tres reguladores de crecimiento y dos longitudes de cladodios en la propagación asexual de *Cereus triangularis* (L.) Haw. Se empleó un diseño bifactorial dentro de un esquema de bloques al azar. Los resultados revelaron que los cladodios de 50 cm obtuvieron las mejores respuestas en comparación con los de 30 cm y tuvieron un impacto significativo en variables como cladodios prendidos, longitud de los brotes, peso de los brotes, el número de raíces y biomasa radicular.

Rodríguez (2019) evaluó la acción de diversas dosis de AIB en la propagación de pitahaya amarilla con diferentes sustratos. Los resultados indicaron que no hubo interacción entre los factores porque cada factor actuó de forma individual. Se observó que las dosis de 3000 y 4000 mg/L de AIB, junto a la turba lograron los mejores resultados en cuanto a longitud y número de raíces.

Chocaca (2019) efectuó un estudio sobre la relación entre diferentes sustrato y dos tamaños de cladodios en la propagación de pitahaya amarilla. Durante 120 días, se evaluaron cuatro sustratos (franco arenoso, enriquecido, franco arcilloso y sustrato tradicional), y dos tamaños de cladodios de 45 cm y 30 cm de longitud. Los hallazgos del estudio revelaron que la

interacción entre los tipos de sustrato enriquecido y franco arcilloso, junto con el cladodio 30 cm, tuvo un impacto significativo en el número de brotes y longitud de las raíces, con un promedio de 1,50 brotes por planta y 11,075 cm respectivamente. Para lograr un mejor plantón, el cladodio de 45 cm fue el más adecuado, ya que generó brotes más largos y vigorosos,

Chhetri et al. (2021) llevó a cabo un estudio para determinar el efecto de diferentes longitudes de esquejes, concentraciones de IBA y su interacción sobre el enraizamiento y el crecimiento de brotes en la fruta del dragón. El estudio contempló la evaluación de cuatro niveles de concentraciones de AIB (3000, 4000, 5000 y 6000 ppm) y tres longitudes de esquejes (15, 20 y 30 cm). Los resultados destacaron el impacto significativo de AIB y la longitud de los esquejes, así como su interacción, en los procesos de enraizamiento y crecimiento. Los esquejes tratados con AIB a 6000 ppm mostraron los mejores resultados, seguidos por aquellos tratados con 5000 ppm. Además, la longitud de corte de 30 cm demostró ser más efectiva en varios parámetros de enraizamiento y crecimiento en comparación con otras longitudes de esquejes.

Garbanzo et al. (2021) analizó el impacto de diferentes soluciones naturales en el crecimiento de raíces y brotes. En el primer experimento, se utilizaron esquejes de 40 cm expuestos a soluciones de agua de pipa, agua de coco y extracto de lentejas, con tres concentraciones diferentes: 150, 300 y 600 ml. En el segundo experimento, se trabajó con dos tamaños de cladodios, de 20 y 110 cm, bajo condiciones de vivero durante 60 días. Los hallazgos revelaron que el agua de coco a concentraciones de 300 y 600 ml favoreció el aumento en la longitud de los brotes, mientras que el agua de pipa a 300 ml mostró el mayor peso seco y fresco de las raíces.

Syed et al. (2022) llevaron a cabo una investigación titulada "Estudios sobre el efecto de diferentes concentraciones de IBA y longitud de esquejes en enraizamiento y crecimiento de brotes en pitahaya *Hylocereus* spp." en condiciones de campo abierto en la granja de la Facultad de Horticultura. India. durante el periodo de diciembre de 2020 a marzo de 2021. El tratamiento comprendió cinco niveles de IBA (0, 4000, 5000, 6000 y 7000 ppm) y tres longitudes de esquejes (10 cm, 15 cm, 20 cm). Se observó un efecto significativo del ácido indolbutírico en el enraizamiento y brotación, destacándose la concentración de 7000 ppm como la más efectiva. Además, se encontró que los esquejes de 20 cm fueron superiores, en cuanto a longitud de brotes, número de brotes, número de raíces, longitud de raíces, peso seco y peso fresco de raíces, así como un mayor porcentaje de supervivencia de los esquejes enraizados. En contraste, los esquejes de 10 cm presentaron los valores mínimos en estos parámetros.

Ortiz (2022) investigó el impacto de dos tipos de enraizantes, así como de tres duraciones de cicatrización y distintos tamaños de cladodios en la propagación de la pitahaya amarilla (*Hylocereus megalanthus*). Se trabajó con cladodios de 50 y 100 centímetros, aplicando períodos de cicatrización de 2, 4 y 6 días en condiciones de sombra. Los enraizantes utilizados fueron ácido naftalenacético y extracto de alga marina *Ecklonia maxima*. Los resultados indicaron que el uso de ácido naftalenacético, junto con un período de cicatrización de seis días y cladodios de 100 cm, logró los mejores resultados en cuanto al número de brotes, longitud de brotes y raíces.

Vélez y Zambrano (2022), con la intención de obtener el método adecuado para la propagación asexual de la pitahaya roja (*Hylocereus undatus*) y amarilla (*Selenicereus megalanthus*). Evaluaron seis tratamientos de diferentes longitudes de varetas (0,80 m y 0,50 m) con y sin el uso de enraizantes Citokyn y Trichotic. Los resultados mostraron que los tratamientos compuestos con varetas de 0,80 m junto con enraizantes, presentaron un mayor número y longitud de brotes en ambas especies. Por otro lado, las varetas de 0,50 m mostraron un mejor peso de masa radicular. En relación al porcentaje de mortalidad, enraizamiento y días para la brotación, no se detectaron diferencias significativas entre los tratamientos. Sin embargo, el tamaño de las varetas tuvo un impacto significativo en la longitud y cantidad de brotes, mientras que el uso de enraizantes no mostró diferencias significativas en ninguna de las variables evaluadas.

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. Lugar de ejecución

##### 3.1.1. Ubicación

Este estudio se llevó a cabo en el caserío Las Delicias, ubicado en el distrito de Daniel Alomía Robles, provincia de Leoncio Prado, región de Huánuco. La localización en coordenadas UTM es la siguiente:

Este : 505334,2 m.

Norte : 8425461,7 m.

Altitud : 888 m.s.n.m.

##### 3.1.2. Zona de vida

El distrito de Daniel Alomía Robles se encuentra en la selva muy húmeda premontana (bmh-PT) y la selva húmeda de tierras bajas (bmh-MBT) de acuerdo con el mapa ecológico del Perú (Holdridge, 1987).

##### 3.1.3. Condiciones climáticas

En el transcurso del estudio, se recopilaron datos sobre temperatura, humedad relativa y precipitación.

**Tabla 1.** Información climática recopilada en el transcurso del experimento.

Meses	Temperatura °C			H.R. (%)	Precipitación (mm/mes)
	Máxima	Mínima	Media		
Mayo	30,44	20,41	25,43	79,45	205,23
Junio	29,91	20,20	25,06	80,15	154,00
Julio	30,32	19,47	24,9	76,38	156,23
Agosto	30,87	19,53	25,2	76,24	203,21
Setiembre	31,68	20,16	25,92	75,46	97,02
Octubre	31,95	20,88	26,42	76,52	333,65
Promedio	30,86	20,11	25,49	77,37	191,56

Fuente: Estación Meteorológica José Abelardo Quiñonez - Tingo María (2021).

##### 3.1.4. Material biológico

Se utilizaron esquejes de pitahaya amarilla, que fueron traídos desde la ciudad de Huaral del fundo Pitahayas Perú. Las plantas madres que se seleccionaron fueron sanas, vigorosas, suculentas y en buenas condiciones; dichas plantas tenían más de dos años de edad y libres de plagas y enfermedades.

### 3.2. Componentes en estudio

#### Factor A. Tamaño de esqueje de la pitahaya

a<sub>1</sub>. 20 cm

a<sub>2</sub>. 40 cm

#### Factor B. Dosis de AIB

b<sub>1</sub>. 0 ppm

b<sub>2</sub>. 3500 ppm

b<sub>3</sub>. 4500 ppm

#### 3.2.1. Tratamientos en estudio

Los tratamientos en el estudio se diseñaron en función de los niveles de cada factor considerado, lo que resultó en seis tratamientos.

**Tabla 2.** Descripción de los tratamientos en estudio.

Tratamientos	Clave	Descripción	Nivel de AIB
T <sub>1</sub>	a <sub>1</sub> b <sub>1</sub>	Esqueje de 20 cm	0 ppm
T <sub>2</sub>	a <sub>1</sub> b <sub>2</sub>	Esqueje de 20 cm	3500 ppm
T <sub>3</sub>	a <sub>1</sub> b <sub>3</sub>	Esqueje de 20 cm	4500 ppm
T <sub>4</sub>	a <sub>2</sub> b <sub>1</sub>	Esqueje de 40 cm	0 ppm
T <sub>5</sub>	a <sub>2</sub> b <sub>2</sub>	Esqueje de 40 cm	3500 ppm
T <sub>6</sub>	a <sub>2</sub> b <sub>3</sub>	Esqueje de 40 cm	4500 ppm

#### 3.2.2. Diseño experimental

En este estudio, se utilizó un diseño completamente aleatorio (DCA) con modelo factorial de 2A x 3B, generando seis tratamientos y cuatro repeticiones, haciendo 24 unidades experimentales. Para validar la hipótesis, se llevó a cabo un análisis de varianza y, para determinar las diferencias entre las medias, se sometió a la prueba de Tukey con un nivel de significancia de ( $\alpha=0,05$ ), manteniendo un nivel de confianza del 95.0% y un error de  $\alpha=0.05$ .

**Tabla 3.** Esquema de análisis de varianza.

Fuente de variación	Grados de libertad
Tratamientos	5
Factor A (Tamaño de esqueje)	1
Factor B (Dosis de AIB)	2
A x B	2
Error experimental	18
Total	23

### 3.2.3. Modelo aditivo lineal

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \epsilon_{ijk}$$

Donde:

$Y_{ij}$  = Variable respuesta u observación.

$\mu$  = Es el efecto de la media general

$\alpha_i$  = Efecto de los tamaños de esqueje

$\beta_j$  = Efecto del enraizantes

$\alpha\beta_{ijk}$  = Efecto de la interacción del factor A y B

$\epsilon_{ijk}$  = Error experimental

Para:

$i = 1, 2$  niveles del factor A

$j = 1, 2, 3$  niveles del factor B

### 3.2.4. Características del campo experimental

#### Dimensiones de las camas

Largo	: 3 m
Ancho	: 0,5 m
área	: 1,5 m <sup>2</sup>
Total, de camas	: 4
Distanciamiento entre camas	: 0,45
Área total de las camas	: 6,12 m <sup>2</sup>

#### De la unidad experimental

Número de unidades por cama	: 6
Total, de unidades	: 24
Largo	: 0,5 m
Ancho	: 0,5 m
Área	: 0,25 m <sup>2</sup>

#### De los esquejes

Total, de esquejes	: 96
Esquejes por tratamiento	: 16
Esquejes por repetición	: 4
Total, de esquejes a evaluar	: 96
Esquejes evaluados por tratamiento	: 16

### **3.3. Ejecución del experimento**

#### **3.3.1. Instalación del campo experimental**

##### **a. Construcción del vivero**

Una vez elegido el lugar del experimento, se procedió a la eliminación de malezas, y piedras. Posteriormente, se llevó a cabo el nivelado del área para evitar el encharcamiento de agua. A continuación, se construyó el vivero utilizando materiales autóctonos de la zona, con dimensiones de 3,30 m de ancho, 4,15 m de largo y una altura de 2 m. El vivero fue cubierto con malla raschel verde (con un 50 % de sombra). Además, se cercó con la malla raschel toda el área, para evitar la entrada de animales o visitantes ajenos al experimento.

##### **b. Preparación de las camas**

En este proceso se construyeron 4 camas con tablas de 30 cm de profundidad, las cuales fueron sujetadas en cada lado con estacas clavadas en el suelo utilizando un martillo. Las medidas de cada cama fueron de 3 m de largo y 0,5 m de ancho, y el espacio entre cada cama fue de 45 cm, de acuerdo con el esquema del experimento. Además, se identificaron los tratamientos y sus respectivas repeticiones.

##### **c. Preparación del sustrato**

Los sustratos que se utilizaron para este trabajo de investigación fueron adquiridos mediante compra: directa, tierra agrícola, cascarilla de arroz y arena . Se procedió a realizar la mezcla para obtener los sustratos según los tratamientos establecidos. Se utilizó una carretilla como unidad de medida y se realizó la mezcla con una pala tipo cuchara hasta conseguir que los sustratos queden bien homogéneos. Luego, se llenaron las bolsas de polietileno de color negro 7 x 12 pulgadas, las cuales fueron trasladadas a las camas.

#### **3.3.2. Tratamiento de los esquejes**

##### **a. Corte y desinfección**

Los cladodios se cortaron con una tijera de podar que había sido desinfectada previamente con una solución de hipoclorito de sodio diluido al 1%. Los esquejes cortados fueron desinfectados con Protexin (fungicida) a una concentración de g/L de agua. Los esquejes se dejaron en esta solución durante 3 minutos.

##### **b. Curado o cicatrización**

Consistió en dejar los esquejes cortados y desinfectados en un lugar sombreado y ventilado durante 7 días. Para que cicatrice el área donde se realizó el corte y evite

el contacto directo del suelo al momento de la siembra, de acuerdo a lo indicado por (Andrade et al., 2006).

### **c. Preparación del enraizante**

Para la preparación de la hormona, se empleó el método de inmersión rápida de (Mesén, 1988). Donde la solución se hizo solo en alcohol. Las concentraciones utilizadas correspondieron a una dosis de 3500 ppm, 4500 ppm y 0 ppm de acuerdo con los tratamientos descritos en la Tabla 2.

En el proceso de preparación se pesó 875 mg de AIB en polvo, los cuales se diluyo en 250 ml de alcohol al 96 %, equivalente a 3500 ppm. Asimismo, se pesaron 1,125 mg de AIB en polvo, los cuales de diluyo en 250 ml de alcohol al 96 % equivalente a 4500 ppm.

### **d. Siembra de los esquejes**

La siembra de los esquejes se realizó de forma individual en cada una de las bolsas de polietileno previamente llenas de sustrato. Al momento de la siembra, los esquejes se sometieron a inmersión a 2 cm de su base durante unos segundos. Se esperó aproximadamente unos minutos para que el alcohol se evapore, y finalmente se procedió a realizar la siembra a una profundidad de 5 cm en las bolsas previamente codificadas.

### **e. Riego y control de malezas**

El riego de los esquejes de pitahaya se llevó a cabo dos veces por semana utilizando una regadora con el fin de mantener la humedad del sustrato, ajustándose según las condiciones climáticas de la zona. Asimismo, se efectuó un control periódico de las malezas de forma manual.

## **3.4. Variables evaluadas**

### **3.4.1. Numero de brotes.**

Se determino al contabilizar el número de brotes en cada esqueje a los 45 días después de la siembra. Tras evaluar los brotes, se eliminaron dejando únicamente un brote para continuar con la evaluación de la variable de longitud de brotes y evitar la competencia entre ellos.

### **3.4.2. Longitud de brotes (cm).**

Se midió la altura de los brotes desde la base de la arista hasta el ápice. En los primeros meses se utilizó una regla, y posteriormente se empleó una cinta métrica debido a que algunos brotes alcanzaron alturas superiores a 100 cm. Estas mediciones se llevaron a cabo a los 30, 60, 90, 120 y 150 días después de la siembra.

### **3.4.3. Longitud de raíz (cm).**

La medición de la longitud de raíces se realizó al culminar el trabajo de investigación. Para esta actividad se retiró el sustrato de las raíces y se lavó con mucha delicadeza. Así mismo, se colocó en hojas de papel bond para una mejor visualización, la medición se hizo desde la inserción con el tallo hasta la parte final de las raíces.

### **3.4.4. Número de raíces.**

Este parámetro se realizó al culminar el trabajo de investigación y se utilizaron las mismas plantas que se utilizó para medir la longitud de raíces, contando solo raíces primarias y secundarias.

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. Número de brotes.

De la Tabla 4, para el análisis de varianza para el número de brotes evaluados a los 45 días después de la siembra, observamos que hay altas diferencias estadísticas para el tamaño de los esquejes y las diferentes dosis de AIB, sobre la variable número de brotes. Mientras en la interacción de ambos factores, no se encontraron diferencias estadísticas. Esto demuestra que no hubo efectos simples y que los factores actuaron de manera independiente. Respecto al coeficiente de variación, es de 16,64%, lo que demuestra que existe una buena homogeneidad en respuesta con los tratamientos estudiados. Además, se encuentra dentro del rango de aceptación permitido, según lo establecido por (Calzada,1982).

**Tabla 4.** Análisis de varianza del número de brotes de pitahaya amarilla a los 45 DDS.

F. V	SC	GL	CM	F	Significancia
Tratamientos	13,33	5	2,67	12,00	AS
A (Tamaños de esqueje)	6,00	1	6,00	27,00	AS
B (Dosis de AIB)	6,33	2	3,17	14,25	AS
A x B	1,00	2	0,50	2,25	NS
Error	4,00	18	0,22		
Total	17,33	23			

AS: Existen diferencias altamente significativas.

NS: No existe diferencias significativas

De la Tabla 5, se observa el efecto principal de los tamaños de esquejes y las dosis de AIB, para el número de brotes medidos a los 45 días después de la siembra. Se observa que el esqueje de 40 cm presentó mayor cantidad de brotes, con 3,33 brotes, en comparación con el esqueje de 20 cm, que tiene un promedio de 2,33 brotes. Esto se debe a que los esquejes de mayores tamaños probablemente poseen mayores reservas de asimilados, lo que facilita la emisión de brotes de manera más rápida. Según Dos Santos et al. (2018), indican que la emisión de brotes está determinada por diversos factores, tales como el tamaño de esqueje, el genotipo de la planta, condiciones ambientales y el tipo de sustrato utilizado.

Para el caso de la dosis de ácido indolbutírico (AIB), se ha encontrado que la dosis de 4500 ppm de AIB presenta un número superior de brotes, con un promedio de 3,50 brotes, mostrando diferencias significativas en comparación con las otras dosis de AIB, las cuales no mostraron significancia estadística, lo que sugiere que ambas dosis podrían alcanzar promedios similares. Estos resultados podrían deberse a que hubo una adecuada concentración de AIB que favoreció la brotación. Según Wil (2012) y Balaguera et al. (2010), la aplicación

de auxinas en concentraciones apropiadas estimula la biosíntesis de giberelinas, que ayuda a estimular la formación de brotes.

**Tabla 5.** Prueba de Tukey ( $\alpha=0,05$ ) para el efecto principal del tamaño de esqueje y dosis de AIB, para número de brotes a los 45 DDS.

<b>Efecto principal</b>	<b>Número de brotes</b>	<b>Significancia</b>
<b>Tamaño de esqueje (A)</b>		
a <sub>2</sub> (40) cm	3,33	a
a <sub>1</sub> (20) cm	2,33	b
<b>Dosis de AIB (B)</b>		
b <sub>3</sub> (4500) ppm	3,50	a
b <sub>2</sub> (3500) ppm	2,75	b
b <sub>1</sub> (0) ppm	2,25	b

Las medias que comparten la misma letra no muestran diferencias estadísticas significativas.

#### **4.2. Longitud de los brotes.**

El cuadrado medio del ANVA para la longitud de los brotes de la pitahaya amarilla, por efecto del tamaño de esqueje y las dosis de AIB, evaluado a los 30, 60, 90, 120 y 150 días después de la siembra, como se muestra en la (Tabla 6). Se observa que la interacción entre los factores estudiados no muestra diferencias estadísticas significativas, lo que indica que estos factores actuaron de forma independiente. Así mismo, no se identificaron diferencias estadísticas significativas en la mayoría de las evaluaciones relacionadas con el tamaño del esqueje, a excepción de los resultados reportados a los 150 días después de la siembra.

Para el caso de las dosis de AIB, se muestran diferencias estadísticas significativas en todas las evaluaciones realizadas, lo que indica que al menos una dosis de AIB alcanzará mayores promedios en la longitud de brotes en los diferentes días evaluados.

Respecto al coeficiente de variación de los diferentes días de evaluación, se observa que existe una buena homogeneidad. Además, se encuentra dentro del rango admisible, de acuerdo con lo establecido por (Calzada, 1982).

**Tabla 6.** Cuadrado medio del análisis de varianza para la longitud de brotes a los 30, 60, 90, 120 y 150 DDS.

F.V.	GL	30 DDS		60 DDS		90 DDS		120 DDS		150 DDS	
		CM	Sig.	CM	Sig.	CM	Sig.	CM	Sig.	CM	Sig.
Tratamientos	5	9,54	S	30,35	NS	62,41	NS	123,69	NS	265,24	S
A (T. de esqueje)	1	7,48	NS	34,97	NS	72,70	NS	147,91	NS	329,82	S
B (Dosis de AIB)	2	18,78	S	54,69	S	109,41	S	222,90	S	465,62	AS
A x B	2	1,31	NS	3,70	NS	10,26	NS	12,37	NS	32,57	NS
Error	18	3,61		13,38		46,10		65,83		44,06	
Total	23										
<b>C.V. (%)</b>		18,80		11,14		11,80		9,94		6,00	

S: Existen diferencias estadísticas.

AS: Existen diferencias altamente significativas.

NS: No existen diferencias significativas.

De la Tabla 7, se evidencia el efecto principal de los tamaños de esquejes en la longitud de brotes a los 150 días después de la siembra, mostrando significancia estadística para ambos tamaños. El esqueje de 40 cm alcanzó un mayor promedio de longitud de los brotes, con 114,28 cm, superando al esqueje de 20 cm, que presentó un promedio de 106,87 cm. Los resultados en este estudio coinciden con los hallazgos reportados por Moreira et al. (2017), quienes realizaron una investigación en un ambiente protegido utilizando esquejes de pitahaya de diferentes tamaños para determinar cuál era el más adecuado para la producción de plántulas, encontrando que los brotes originados a partir de esquejes de mayor tamaño mostraron un mayor incremento en altura, longitud y diámetro. Así mismo, Balaguera et al. (2010) mencionan que los esquejes más grandes cuentan con mayores reservas de nutrientes, especialmente carbohidratos, lo que favorece el desarrollo tanto de los brotes como de las raíces.

**Tabla 7.** Prueba de Tukey ( $\alpha=0,05$ ) para el efecto principal de los tamaños de esquejes sobre la longitud de brotes a los 150 DDS.

Factor principal	150 DDS	
	Longitud de brote (cm)	Sig
Tamaño de esqueje (A)		
a <sub>2</sub> (40) cm	114,28	a
a <sub>1</sub> (20) cm	106,87	b

Las medias que comparten la misma letra no muestran diferencias estadísticas significativas.

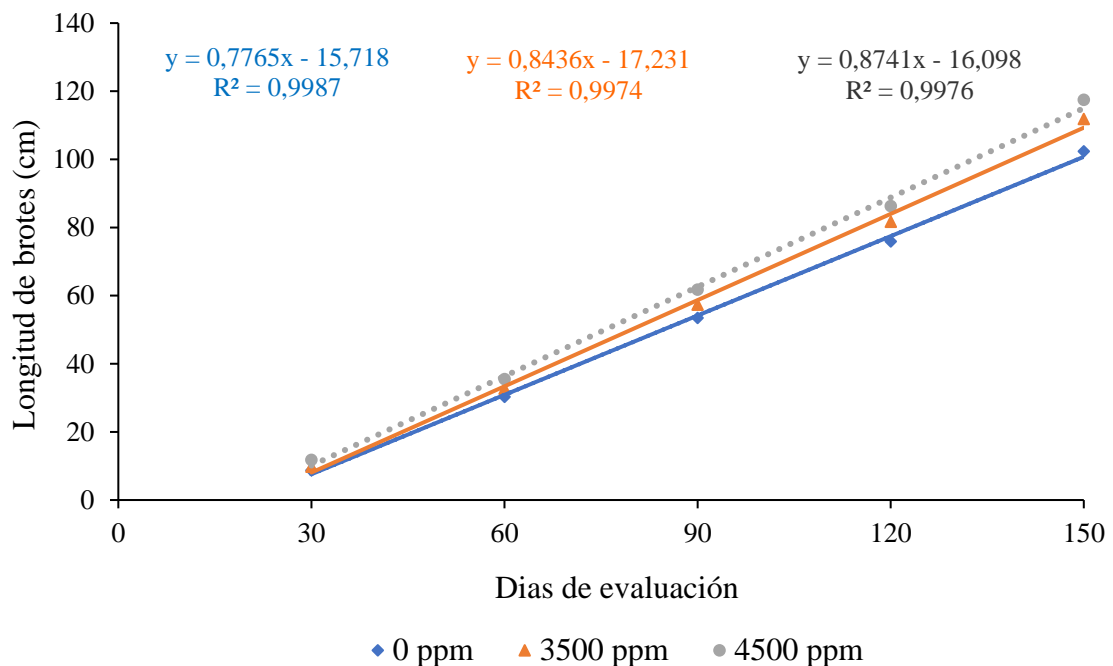
De la Tabla 8, se muestra el efecto principal de las dosis de AIB para longitud de brotes a los 30, 60, 90, 120 y 150 días después de la siembra. Se refleja que la dosis de 4500 ppm de AIB generó los brotes más largos, manteniendo su superioridad a lo largo de toda la evaluación, con una media de 117,49 cm, seguido por la dosis de 3500 ppm de AIB, con un promedio de 111,85 cm, mientras que la dosis de 0 ppm tuvo el promedio más bajo, alcanzando 102,39 cm. Esto indica que el AIB tiene un efecto positivo en el desarrollo de los brotes, siendo este efecto más notable a dosis mayores, tal como se ilustra en la Figura 1.

El uso de auxinas en concentraciones adecuadas favorece la biosíntesis de giberelinas, hormonas que estimulan el crecimiento del tallo, por lo que las auxinas también podrían inducir indirectamente este crecimiento del tallo (Wil, 2012; Jordán y Casaretto, 2006).

**Tabla 8.** Prueba de Tukey ( $\alpha=0,05$ ) para el efecto principal de las dosis de AIB, correspondiente a la longitud de brotes a los 30, 60, 90, 120 y 150 DDS.

Efecto principal	30 DDS		60 DDS		90 DDS		120 DDS		150 DDS	
	Med.	Sig.	Med.	Sig.	Med.	Sig.	Med.	Sig.	Med.	Sig.
D. de AIB (B)										
b <sub>3</sub> (4500) ppm	11,77	a	35,52	a	61,77	a	86,32	a	117,49	a
b <sub>2</sub> (3500) ppm	9,82	a b	32,70	a b	57,37	a b	81,71	a b	111,85	a b
b <sub>1</sub> (0) ppm	8,74	b	30,29	b	53,47	b	75,93	b	102,39	b

Las medias que comparten la misma letra no muestran diferencias estadísticas significativas.



**Figura 1.** Crecimiento de la longitud de brotes en respuesta a las diferentes dosis de AIB a los 30, 60, 90, 120 y 150 DDS.

### 4.3. Longitud de raíz.

En la Tabla 9, se muestra el ANVA para la longitud radicular, donde se evidencian diferencias estadísticamente altamente significativas en función del tamaño de esqueje y las diferentes dosis de AIB, en lo que respecta a la longitud de raíces. Por otro lado, no se identificaron diferencias significativas en la interacción de los factores, por lo que no se encontró significación estadística, lo que permite concluir que los factores analizados ejercieron efectos principales de manera independiente y no hubo efectos simples.

El coeficiente de variación es de 5,09%, el cual indica que hay un alto grado de confiabilidad y homogeneidad en respuesta a los tratamientos estudiados; además, se encuentra dentro del rango de aceptación permitido, según lo establecido por (Calzada,1982).

**Tabla 9.** Análisis de varianza para la longitud de raíz de la pitahaya amarilla.

F.V.	GL	SC	CM	F	Significancia
Tratamientos	5	548,83	109,77	56,45	AS
A (T. de esqueje)	1	352,67	352,67	181,37	AS
B (Dosis de AIB)	2	190,08	95,04	48,88	AS
A x B	2	6,08	3,04	1,56	NS
Error	18	35,00	1,94		
Total	23	583,3			

AS: Existen diferencias altamente significativas

NS: No existe diferencias significativas

De la Tabla 10, se evidencian diferencias estadísticas en ambos tamaños de esqueje. En particular, el esqueje de 40 cm presentó mayor longitud radicular, alcanzando un promedio de 31,17 cm, en comparación con el esqueje de 20 cm que alcanzó un promedio de 23,50 cm.

Según Hartmann y Kester (1998), quienes afirman que, conforme se incrementa la longitud del tallo o cladodio, también lo hace la cantidad de sustancias y hormonas presentes en el material de propagación, lo que favorece el enraizamiento rápido y el crecimiento radicular. Garbanzo et al. (2021) evaluó el impacto de distintos tamaños de cladodios y diferentes bioestimulantes en enraizamiento de pitahaya. Obteniendo mejores resultados en los cladodios más grandes, al tener mayor ancho y longitud, mostraron un aumento en la biomasa de raíces y una mejor brotación.

**Tabla 10.** Prueba de Tukey ( $\alpha=0,05$ ) para el efecto principal de los tamaños de esquejes correspondiente a la longitud radicular.

<b>Efecto principal</b>	<b>Longitud de raíz (cm)</b>	<b>Significancia</b>
Tamaño de esqueje (A)		
a <sub>2</sub> (40) cm	31,25	a
a <sub>1</sub> (20) cm	23,58	b

Las medias que comparten la misma letra no muestran diferencias estadísticas significativas.

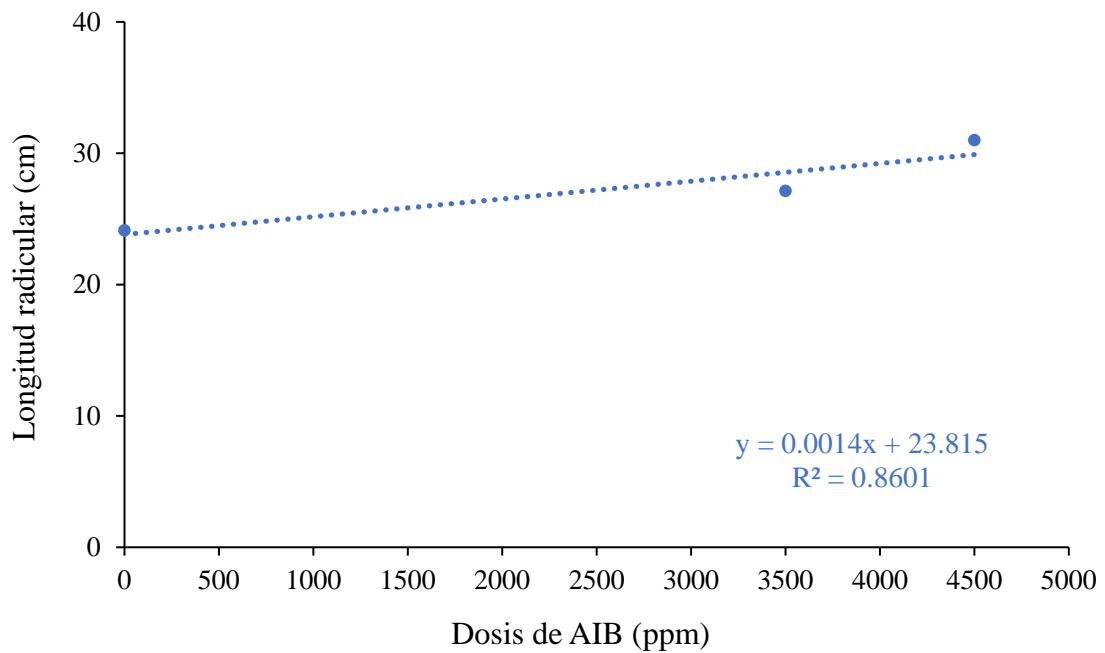
En la Tabla 11, se observa que la aplicación de AIB (ácido indolbutírico) influye significativamente en el crecimiento radicular. La dosis de 4500 ppm mostró el mayor crecimiento, alcanzando una longitud de 31,00 cm, cifra notablemente superior a la de la dosis de 3500 ppm, que registró 26,88 cm. En contraste, el grupo sin aplicación de AIB presentó la menor longitud radicular, con un valor de 24,14 cm. Se evidencia un aumento lineal en la longitud de las raíces a medida que se incrementa la concentración de AIB, como se muestra en la Figura 2.

Según Hartmann et al. (2002), las auxinas son fundamentales en el proceso de enraizamiento de estacas, ya que una de sus funciones biológicas más relevantes es promover el crecimiento de los órganos, especialmente las raíces. Por esta razón, se espera que la aplicación exógena de ácido indolbutírico (AIB) favorezca el aumento en la longitud de las raíces de la pitahaya. Balaguera et al. (2010) llevaron a cabo una investigación sobre la propagación asexual de la pitaya amarilla en la que utilizaron dos tamaños de esquejes y cuatro dosis de AIB. Los resultados mostraron diferencias significativas entre las diferentes dosis de AIB utilizadas, obteniendo los mejores resultados con la dosis más alta, de 4500 ppm, en comparación con las dosis inferiores.

**Tabla 11.** Prueba de Tukey ( $\alpha=0,05$ ) para el efecto principal de las dosis de ácido indolbutírico correspondiente a la longitud radicular.

<b>Efecto principal</b>	<b>Longitud de raíz (cm)</b>	<b>Significancia</b>
Dosis de AIB (B)		
b <sub>3</sub> (4500) ppm	31,00	a
b <sub>2</sub> (3500) ppm	27,13	a b
b <sub>1</sub> (0) ppm	24,13	b

Las medias que comparten la misma letra no muestran diferencias estadísticas significativas.



**Figura 2.** Crecimiento radicular en respuesta a las diferentes dosis de AIB.

#### 4.4. Número de raíces de la pitahaya amarilla.

De la Tabla 12, se muestra el ANVA para el número de raíces de pitahaya amarilla. Observamos altas diferencias estadísticas significativas, tanto a nivel individual y como en la interacción de los factores. El coeficiente de variación es de 7,16%, el cual indica que hay un alto grado de confiabilidad de toma de datos y afinidad de respuesta con los tratamientos estudiados, sobre todo en la interacción; además, se encuentra dentro del rango de aceptación permitido, del 30%, para trabajos de investigación en campo (Calzada, 1982).

**Tabla 12.** Análisis de varianza del número de raíces de pitahaya amarilla.

F.V.	GL	SC	CM	F	Significancia
Tratamientos	5	436,88	87,38	63,55	AS
A (Tamaño de esqueje)	1	198,38	198,38	144,27	AS
B (Dosis de AIB)	2	177,75	88,88	64,64	AS
A x B	2	60,75	30,38	22,09	AS
Error	18	24,75	1,38		
Total	23	461,63			

AS: Existen diferencias estadísticas altamente significativas

En la Tabla 13, observamos los efectos simples de los tamaños de esquejes en la interacción de las dosis de AIB, para el número de raíces. En la primera aplicación, que es solo agua ( $b_1$ ), se manifiesta que no existen diferencias estadísticas para ambos tamaños de esquejes, siendo el esqueje de 40 cm ( $a_2$ ) quien alcanzó mayor número de raíces. En la segunda aplicación

de la dosis de ácido indolbutírico ( $b_2$ ), se observa que hay diferencias estadísticas entre los tamaños de los esquejes, pero se observa que el esqueje de 40 cm ( $a_2$ ) alcanzó mayor número de raíces. Finalmente, en la tercera dosis de ácido indolbutírico ( $b_3$ ), se observan diferencias estadísticas significativas entre los tamaños de esquejes, siendo el esqueje de 40 cm ( $a_2$ ) el que alcanzó un mayor número de raíces.

**Tabla 13.** Prueba de Tukey ( $\alpha=0,05$ ) para el efecto simple de la interacción de los tamaños de esqueje por las dosis de AIB, para el número de raíces.

T. de esqueje	Dosis de ácido indolbutírico					
	b <sub>1</sub> (0) ppm		b <sub>2</sub> (3500) ppm		b <sub>3</sub> (4500) ppm	
	Promedio	Sig.	Promedio	Sig.	Promedio	Sig.
a <sub>2</sub> (40) cm	13,25	a	21,50	a	23,00	a
a <sub>1</sub> (20) cm	12,00	a	13,50	b	15,00	b

Las medias que comparten la misma letra no muestran diferencias estadísticas significativas.

En la Tabla 14, observamos los efectos simples de las dosis de ácido AIB en la interacción de los tamaños de esquejes, para el número de las raíces. Para el esqueje de 20 cm ( $a_1$ ), se observan diferencias estadísticas significativas entre las diferentes dosis de AIB:  $b_1$  vs  $b_2$  y  $b_1$  y  $b_3$ . Siendo el nivel  $b_3$  el que causó mejor efecto en el número de raíces.

Para el esqueje de 40 cm ( $a_2$ ), se evidencian que hay diferencias estadísticas entre las diferentes dosis de AIB:  $b_1$  vs  $b_2$  y  $b_1$  vs  $b_3$ , siendo el tercer nivel 4500 ppm ( $b_3$ ), superior numéricamente y estadísticamente, causó un mejor efecto en el número de raíces.

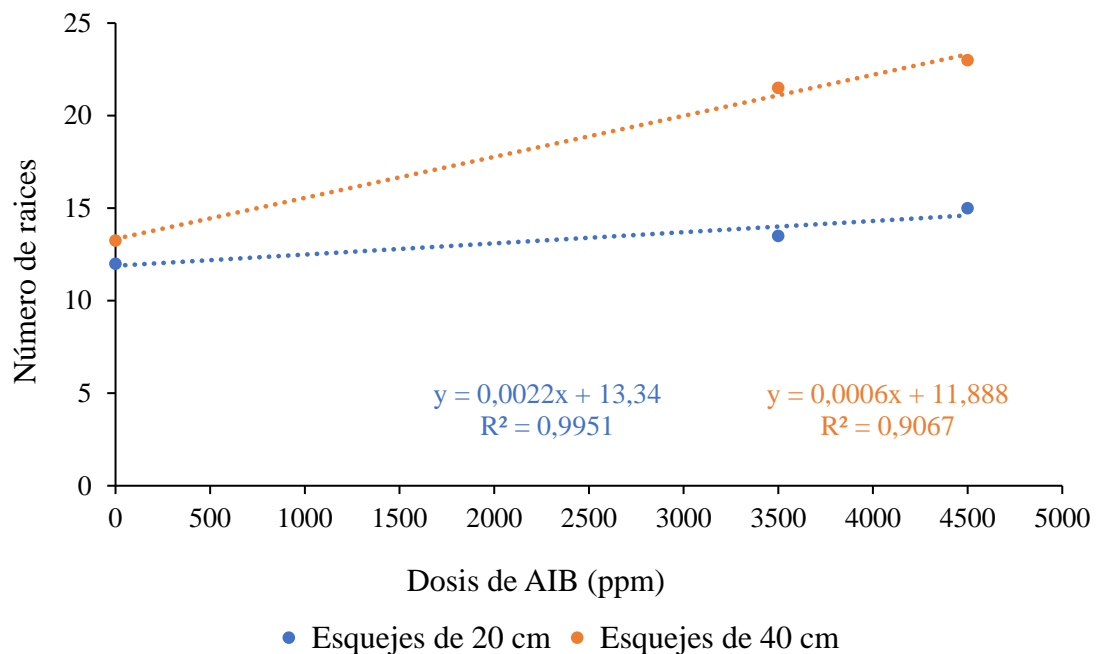
**Tabla 14.** Prueba de Tukey ( $\alpha=0,05$ ) para el efecto simple de la interacción de la dosis de AIB por el tamaño de esqueje para el número de raíces.

Dosis de ácido indolbutírico	Tamaño de esquejes			
	a <sub>1</sub> (20) cm		a <sub>2</sub> (40) cm	
	Promedio	Sig.	Promedio	Sig.
b <sub>3</sub> (4500) ppm	15,00	a	23,00	a
b <sub>2</sub> (3500) ppm	13,50	a	21,50	a
b <sub>1</sub> (0) ppm	12,00	b	13,25	b

Las medias que comparten la misma letra no muestran diferencias estadísticas significativas.

En las Tablas 13 y 14 se observa el efecto de la interacción entre el tamaño de los esquejes y la dosis de AIB sobre el número de raíces. Se observa un efecto más pronunciado en los esquejes de 40 cm, tratados con una dosis de 4500 ppm de AIB, que presentaron una mayor cantidad de raíces en comparación con los esquejes de 20 cm. Esto se refleja en la Figura 3, donde se evidencia una relación positiva entre las dosis de ácido indolbutírico y el número

de raíces. Este resultado es comparable al encontrado por Chhetri et al. (2021), quienes observaron un mayor número de raíces en esquejes de 30 cm tratados con AIB a 6000 ppm, con un número considerable de raíces por planta a los 90 días en condiciones de invernadero. Además, Bastos et al. (2006) indican que la formación de raíces abundantes y homogéneas es un indicio de la acción del ácido indolbutírico, ya que la concentración interna de auxinas en los cladodios es baja. Por lo tanto, la aplicación externa de ácido indolbutírico (AIB) favorece de manera significativa el proceso de enraizamiento.



**Figura 3.** Efecto de la interacción entre el tamaño de esqueje y dosis de AIB en el número de raíces de la pitahaya amarilla.

## V. CONCLUSIONES

1. La longitud más adecuada de esqueje para el enraizamiento de pitahaya amarilla es de 40 cm, mostrando mejores resultados en las variables evaluadas, con un promedio de 3,33 brotes por esqueje, una longitud de brotes de 114,28 cm, un número de raíces de 19,00 y una longitud radicular de 31,25 cm.
2. La dosis de 4500 ppm de ácido indolbutírico presentó mejores resultados en el enraizamiento de la pitahaya amarilla en comparación con las otras dosis evaluadas.
3. La combinación de esquejes de 40 cm de longitud a una dosis de 4500 ppm de ácido indolbutírico demostró efectos significativos notorios, presentando plantones con características biométricas favorables, tanto a nivel radicular, presentando un promedio de 23,00 raíces por esqueje.

## **VI. PROPUESTAS A FUTURO**

1. Realizar estudios posteriores en otros ambientes de propagación utilizando diferentes enraizantes comerciales de bajo costo.
2. Realizar investigaciones posteriores donde se consideren diferentes tipos de sustrato y diferentes longitudes de esqueje.
3. En el caso de enraizamiento de esquejes de pitahaya, no se recomienda prolongar las investigaciones en vivero más allá de 3 meses, ya que surgen complicaciones al trasladar los esquejes enraizados al campo definitivo. Esto se debe a que los esquejes enraizados alcanzan longitudes significativas y las raíces sobresalen de las bolsas, lo que dificulta su manejo y establecimiento exitoso en el campo definitivo.

## VII. REFERENCIAS

- Aguilar, G. (2015). *Evaluación de tres enraizantes y dos tamaños de cladodios en la propagación asexual de pitahaya amarilla Cereus triangularis (L.) Haw., en Yantzaza* [Tesis para optar el título de ingeniero Agrónomo, Universidad Nacional de Loja]. Repositorio Institucional UNL. <http://dspace.unl.edu.ec/jspui/handle/123456789/10031>
- Andrade, J; Rengifo, E; Ricalde, F; Simá, L; Cervera, C; y Vargas, G. 2006. Microambientes de luz, crecimiento y fotosíntesis de la pitahaya (*Hylocereus undatus*) en un agrosistema de Yucatán, México. *Agrociencia*, 40, 687- 697.
- 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(1), 33-42.
- Bárceñas, A., y Jiménez, C. (2018). Pitayas y Pitahayas (*Stenocereus* spp. y *Hylocereus* spp.), recursos agrícolas en el Valle de Tehuacán Puebla. *Sociedades Rurales, Producción y medio ambiente*, 10(19), 101-120.
- Bárceñas, P., y Campbell, R. (1994). Effect of three substrates on rooting and development of pitahaya (*Hylocereus undatus*). *Proceedings of the Interamerican Society for Tropical Horticulture*, 38, 120 -121.
- Bastos, D., Pio, R., Scarpare Filho, J., Libardi, M., Almeida, L., Galuchi, T., y Bakker, S. (2006). Propagation of red pitaya (*Hylocereus undatus*) by cuttings. *Ciencia e Agrotecnología*, 30(6), 1106-1109. <https://doi.org/10.1590/S1413-70542006000600009>
- Calzada, J. (1982). *Métodos estadísticos para la investigación*. (4.a ed.). Jurídica, Lima, Perú.
- Chhetri, S., Hasan, M., y Tamang, A. (2021). Influence of Varying Length of Stem Cutting and IBA Concentrations on Root and Shoot Growth in Dragon Fruit cv Giant White (*Hylocereus undatus*). *Environment and Ecology*, 39(4), 1114-1118.
- Chocaca, R. (2019). *Interacción de tipos de sustrato con dos tamaños de cladodios en la propagación asexual de pitahaya amarilla (Cereus triangularis) en el distrito de Churuja – Región Amazonas* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas]. Repositorio Institucional UNTRM. <https://hdl.handle.net/20.500.14077/1773>
- Cossio, L. (2013). *Cátedra de fisiología vegetal: Reguladores de crecimiento. Guía de estudio*. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y Agrimensura (FaCENA), Departamento de Biología, Área de Botánica, Universidad Nacional del Nordeste (UNNE)

- Dos Santos, J., Oliveira, J., Lima, J., y Da Silva, H. (2018.). Maduridade fisiológica de sementes de pitaya. *Revista de Ciências Agrárias – Amazonas Journal of Agricultural and Environmental Sciences*, 61(13), 1-7. <http://dx.doi.org/10.22491/rca.2018.2495>
- Fanego, A. (2006). *Aportes a la metodología de la propagación de Bougainvillea glabra Choisy*. [Tesis de Máster en Ciencias Agrícolas, Universidad Agraria de la Habana].
- Galvao, E., Ramos, J., Pio, L., Laredo, R., Silva, P., y Miranda, J. (2016). Sustratos y ácido indol-3-butírico en la producción de plántulas de pitahaya roja con pulpa blanca. *Revista Ceres*, 63(6), 860-867.
- Garbanzo, L., Vega, V., Rodríguez, C., Urbina, B., Lázaro, R., Alvarado, J., Barrientos, B., Duarte, O., Mora, P., Trujillo, O., y Rojas, V. (2021). Evaluación de tamaño de cladodios y bio-estimulantes de enraizamiento para la propagación de pitahaya. *Agronomía Costarricense*, 45(2), 29-40. <http://dx.doi.org/10.15517/rac.v45i2.47765>
- Guerrón, A., y Espinoza, E. (2014). *Evaluación de diferentes tipos de estacas al enraizamiento con la utilización de dos tipos auxinas (ANA y IBA) con tres dosis para la producción de plantas de mora de castilla (Robus glaucus Benth), Tumbaco-Quito* [Tesis de pregrado, Universidad Técnica del Norte]. Repositorio Institucional UTN. <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/2637>
- Hartmann, H., & Kester, D. (1998). *Propagación de plantas: Principios y prácticas* (6.ª ed.). Compañía Editorial Continental.
- Hartmann, H., Kester, D., y Geneve, R. (2002). *Propagación de plantas: Principios y prácticas* (7.ª ed.). Prentice Hall.
- Holdridge, L. (1987). *Ecología basada en zonas de vida*. IICA.
- ITIS. (2023). *Integrated Taxonomic Information System*. <https://www.gbif.org/dataset/9ca92552-f23a-41a8-a140-01abaa31c931>
- Jordán, M., y Casaretto, J. (2006). Hormonas y reguladores del crecimiento: auxinas, giberelinas y citocininas. Squeo, F. A., y Cardemil, L.(Eds.), *Fisiología Vegetal* (pp. 1-28).
- Li, D., Arroyave, M., Shaked, R., y Tel-Zur, N. (2018). Homozygote Depression in Gamete-Derived Dragon-Fruit (*Hylocereus*) Lines. *Frontiers in Plant Science*, 8(214), 1-13.
- Marqués, V., Moreira, R., Ramos, J., Araújo, N., y Silva, F. (2011). Fenología reproductiva de pitaia vermelha no município de Lavras. MG. *Ciencia Rural*, 41(6), 984-987. <https://doi.org/10.1590/S0103-84782011005000071>

- Mesen, F. 1998. *Enraizamiento de estacas juveniles de especies forestales: uso de propagadores de sub-irrigación*. CATIE.
- Moreira, A., Souza, F., Silva, R., Olonco, A., Oliveira, C., y Sousa, S. (2017). Determinación de la longitud de la estaca para la producción de plántulas de Pitaia (*Hylocereus costaricensis*) en ambiente protegido. *Tecnológica*, 21(2), 41-45. <https://repositorio.ufra.edu.br/jspui/handle/123456789/524>
- Ortiz, G. (2022). *Evaluación de dos enraizantes y tres tiempos de desaviado en dos tamaños de cladodios en la propagación de pitahaya amarilla (Hylocereus megalanthus)* [Tesis para optar el título de ingeniero Agrónomo, Superior Politécnica Chimborazo]. Repositorio de ESPOCH. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/17813>
- Pontes, F., Almeida, E., Barroso, M., Cajazeira, J., y Correa, M. (2014). Longitud de esquejes y concentraciones de ácido indolbutírico (AIB) en la propagación vegetativa de pitahaya. *Revista Ciencia Agronómica*, 45(4), 788-793. <https://doi.org/10.1590/S1806-66902014000400017>
- Quijano, C., Echeverri, D., y Pino, J. (2012). Characterization of odor-active compounds in yellow pitaya (*Hylocereus megalanthus* (Haw.) Britton et Rose). *Revista CENIC Ciencias Químicas*, 43(1), 01-07.
- Ramos, J. 2018. *Producción y exportación de pitahaya. su incidencia en el desarrollo económico del cantón Palora, provincia de Morona Santiago. Periodo 2013-2017* [Tesis pregrado en Economía mención Economía internacional y gestión en comercio exterior, Universidad de Guayaquil]. <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/34427>
- Rodríguez, C. (2002). *Pitahaya (Hylocereus undatus) producción y Comercialización en México*. Universidad Autónoma Chapingo.
- Rodríguez, K. (2019). *Efecto del ácido indolbutírico en la propagación vegetativa de la pitahaya amarilla (Selenicereus megalanthus Haw.) en diferentes sustratos bajo condiciones de vivero en Milpuc-Rodríguez de Mendoza* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas]. Repositorio Institucional UNTRM. <https://hdl.handle.net/20.500.14077/1772>
- Salazar, J. (2015). *Documentar las relaciones Hidricas y requerimientos nutricionales de la pitahaya amarilla, Selenicereus megalanthus (K. Schum. ex Vaupel) moran, durante distintas etapas fenológicas del cultivo en tre localidades del valle del Cauca* [Tesis de posgrado, Universidad Nacional de Colombia]. Repositorio Institucional UNAL. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/57117>

- Sánchez, J. (2018). *Efecto de la fertilización y aplicación de fitohormonas de inducción floral en el rendimiento del cultivo de pitahaya (Selenicereus megalanthus) en el Distrito Churuja. Amazonas – 2017* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas]. Repositorio Institucional UNTRM <https://hdl.handle.net/20.500.14077/1377>
- Sotomayor, A., Pitizaca, S., Sanchez, M., Burbano, A., Diaz, A., Nicolalde, J., Viera, W., Caicedo, C., y Vargas, Y. (2019). Physical chemical evaluation of pitahaya fruit *Selenicereus megalanthus* in different development stages. *Enfoque Ute*, 10(1), 89-96. <https://doi.org/10.29019/enfoqueute.v10n1.386>
- Suarez, R. (2015). Caracterización morfoanatómica y fisiológica de semilla sexual de pitahaya amarilla *Selenicereus megalanthus* (Haw.) Britt y Rose. *Asociación Colombiana de ciencias biológicas*, 1(24), 97-111.
- Syed, A., Suresh, T., Kiran, A., Veena, J., y Kumar, N. (2022). Studies on effect of different concentrations of IBA and length of cuttings on rooting and shoot growth performance in dragon fruit *Hylocereus* spp.-red flesh with pink skin under Telangana conditions. *The Pharma Innovation Journal*, 11(3), 738-743.
- Vásquez, L., y Bacalla, F. (2018). *Propuesta de modelo de negocio para mejorar el posicionamiento de mercado. asociación la flor de pitahaya. distrito de Churuja - amazonas* [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas]. Repositorio Institucional UNTRM <https://hdl.handle.net/20.500.14077/1653>
- Vélez, J., y Zambrano, G. (2022). *Propagación asexual en pitahaya roja (Hylocereus Undatus) y amarilla (Selenicereus megalanthus) en el valle del rio carrizal* [Tesis de licenciatura, Escuela superior politécnica agropecuaria de Manabí]. Repositorio Institucional ESPAM. [https://repositorio.espam.edu.ec/bitstream/42000/1710/1/TIC\\_A03D.pdf](https://repositorio.espam.edu.ec/bitstream/42000/1710/1/TIC_A03D.pdf)
- Vivanco, J. (2010). *Evaluación de la eficiencia del Bioplus. Hormonagroy enraizador universal. en la propagación asexual de Hypericum spp.* [Tesis de pregrado, Escuela Superior Politécnica Chimborazo]. Repositorio Institucional de ESPOCH <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/361>
- Wil, G. (2012). *Reguladores de crecimiento*. <http://agropecuarios.net/reguladores-del-crecimiento.html>.
- Zambrano, C., Ríos, J., Beltrán, D., y Mesa, N. (2015). Growth regulators assessment form in vitro propagation of *Hylocereus megalanthus* (Yellow dragon fruit). *Tumbaga*, 1(10), 76-87.

Zhao, C., Zhang, G., Huang, Z., y Liu, M. (2005). Effects of media and IBA on stem cutting rooting of *Hylocereus undatus* cv. Vietnam. *Southwest China Journal of Agricultural Sciences*, 18(3), 370-372.

## **ANEXOS**

**Tabla 15.** Número de brotes de la pitahaya amarilla a los 45 días después de la siembra.

Tratamientos	Repetición	Número de brotes (unidades)				$\Sigma$	$\bar{X}$
		E <sub>1</sub>	E <sub>2</sub>	E <sub>3</sub>	E <sub>4</sub>		
<b>T<sub>1</sub></b>	1	3,00	1,00	2,00	2,00	2,00	2,00
	2	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	
	3	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	
	4	1,00	3,00	2,00	2,00	2,00	
<b>T<sub>2</sub></b>	1	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,25
	2	2,00	3,00	3,00	4,00	3,00	
	3	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	
	4	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	
<b>T<sub>3</sub></b>	1	3,00	3,00	3,00	3,00	3,0	2,75
	2	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	
	3	3,00	3,00	2,00	3,00	2,75	
	4	2,00	2,00	3,00	2,00	2,25	
<b>T<sub>4</sub></b>	1	1,00	3,00	3,00	1,00	2,00	2,50
	2	3,00	2,00	1,00	2,00	2,00	
	3	2,00	3,00	3,00	4,00	3,00	
	4	3,00	3,00	2,00	4,00	3,00	
<b>T<sub>5</sub></b>	1	5,00	4,00	4,00	3,00	4,00	3,25
	2	2,00	2,00	4,00	4,00	3,00	
	3	3,00	4,00	2,00	3,00	3,00	
	4	2,00	4,00	2,00	4,00	3,00	
<b>T<sub>6</sub></b>	1	5,00	2,00	5,00	4,00	4,00	4,25
	2	2,00	3,00	6,00	5,00	4,00	
	3	4,00	5,00	4,00	3,00	4,00	
	4	6,00	4,00	5,00	5,00	5,00	

**Tabla 16.** Longitud de brote de la pitahaya amarilla a los 30, 60, 90, 120 y 150 DDS.

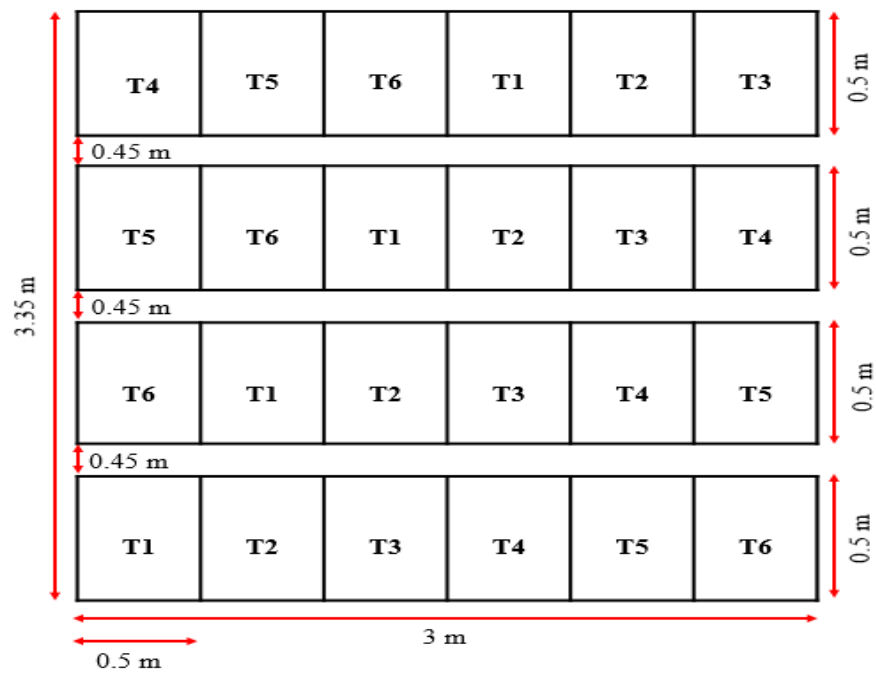
Tratamiento	Repetición	Evaluaciones mensuales (cm)				
		30 DDS	60 DDS	90 DDS	120 DDS	150 DDS
<b>T<sub>1</sub></b>	1	8,08	29,35	47,25	66,55	97,88
	2	9,70	31,83	52,65	76,75	99,00
	3	8,28	30,05	59,90	84,50	106,75
	4	8,15	28,05	50,75	67,75	95,25
<b>T<sub>2</sub></b>	1	6,53	27,85	48,93	76,48	105,50
	2	9,98	30,30	62,50	82,05	106,75
	3	13,40	36,00	58,70	80,00	105,25
	4	7,38	29,38	51,65	76,75	105,75
<b>T<sub>3</sub></b>	1	11,28	30,68	57,08	88,55	127,38
	2	12,88	32,60	55,30	73,80	124,38
	3	10,50	41,70	65,45	95,75	109,70
	4	8,43	31,73	59,38	81,10	98,83
<b>T<sub>4</sub></b>	1	7,88	26,30	50,23	73,00	104,25
	2	8,60	32,55	51,88	85,25	104,75
	3	9,40	34,00	64,68	80,85	107,00
	4	9,85	30,20	50,38	72,75	104,25
<b>T<sub>5</sub></b>	1	12,30	33,55	59,25	80,30	121,63
	2	9,05	34,28	62,38	91,00	110,88
	3	10,05	38,25	68,33	89,58	127,00
	4	9,83	31,95	55,88	85,50	112,00
<b>T<sub>6</sub></b>	1	9,43	32,88	57,00	95,63	120,75
	2	14,40	43,40	77,55	100,70	120,00
	3	14,30	36,18	60,00	83,05	120,00
	4	12,90	34,95	53,75	72,00	118,88

**Tabla 17.** Longitud radicular de la pitahaya al término de la investigación.

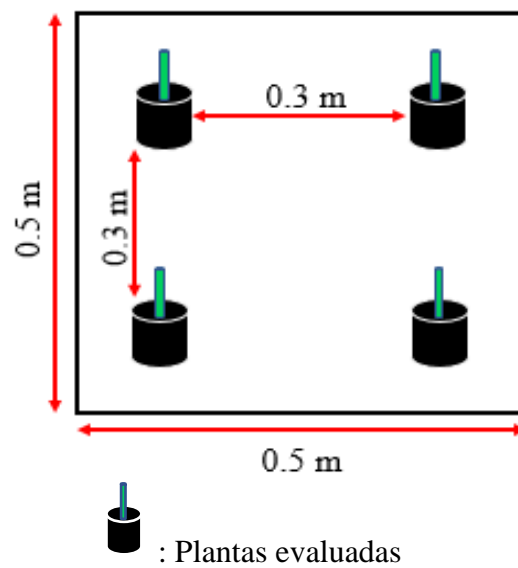
<b>Tratamiento</b>	<b>Repetición</b>	<b>Longitud de raíces</b>	<b><math>\Sigma</math></b>	<b><math>\bar{X}</math></b>
<b>T<sub>1</sub></b>	1	21,00	82	20,50
	2	21,00		
	3	20,00		
	4	20,00		
<b>T<sub>2</sub></b>	1	23,00	92	23,00
	2	21,00		
	3	23,00		
	4	25,00		
<b>T<sub>3</sub></b>	1	27,00	107	26,75
	2	27,00		
	3	26,00		
	4	27,00		
<b>T<sub>4</sub></b>	1	26,00	109	27,25
	2	28,00		
	3	27,00		
	4	28,00		
<b>T<sub>5</sub></b>	1	31,00	125	31,25
	2	31,00		
	3	31,00		
	4	32,00		
<b>T<sub>6</sub></b>	1	35,00	141	35,25
	2	34,00		
	3	33,00		
	4	39,00		

**Tabla 18.** Número de raíces de pitahaya al término de la investigación.

<b>Tratamiento</b>	<b>Repetición</b>	<b>N° de raíces</b>	<b><math>\Sigma</math></b>	<b><math>\bar{X}</math></b>
<b>T<sub>1</sub></b>	1	12,00	48	12,00
	2	11,00		
	3	13,00		
	4	12,00		
<b>T<sub>2</sub></b>	1	14,00	54	13,50
	2	13,00		
	3	13,00		
	4	14,00		
<b>T<sub>3</sub></b>	1	16,00	60	15,00
	2	14,00		
	3	15,00		
	4	15,00		
<b>T<sub>4</sub></b>	1	14,00	53	13,25
	2	12,00		
	3	14,00		
	4	13,00		
<b>T<sub>5</sub></b>	1	22,00	86	21,50
	2	22,00		
	3	21,00		
	4	21,00		
<b>T<sub>6</sub></b>	1	21,00	92	23,00
	2	25,00		
	3	25,00		
	4	21,00		



**Figura 4.** Croquis del campo experimental.



Distancia entre plantas: 0.3 m x 0.3 m

**Figura 5.** Croquis de la unidad experimental.



**Figura 6.** Construcción y acondicionamiento del vivero en el caserío Las Delicias, Distrito de Daniel Alomia Robles.



**Figura 7.** Corte y desinfección de los esquejes de 40 cm, con fungicida Protexin.



**Figura 8.** Preparación y embolsado del sustrato.



**Figura 9.** Aplicación del ácido indolbutírico a los esquejes de pitahaya amarilla.



**Figura 10.** Siembra de esquejes de pitahaya en la bolsa con sustrato.



**Figura 11.** Conteo de número de brotes a los 45 días después de la siembra.



**Figura 12.** Medición de la longitud de brotes a los 30 y 60 días después de la siembra.



**Figura 13.** Medición de la longitud radicular al finalizar la investigación.



**Figura 14.** Conteo de las raíces al finalizar la investigación.



**Figura 15.** Visita a la parcela experimental por el Ing. M.Sc. Jaime Chávez Matías miembro de jurado de tesis.



**Figura 16.** Vivero y letrero del trabajo de investigación.



**Figura 17.** Material biológico procedente de la Ciudad de Hural.