UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMIA

Efecto de cuatro dosis de ácido naftalenacético (ANA) en la propagación asexual de pitahaya amarilla (*selenicereus megalanthus* haw.) bajo condiciones de vivero en Pucallpa.

Tesis para optar el título profesional de

INGENIERO AGRONOMO

NATALY YADIRA LASTRA ATANACIO

Pucallpa, Perú

2024

ACTA DE SUSTENTACIÓN

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA

ANEXO 4

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN O TESIS

Los Miembros del Jurado que suscriben, reunidos para estudiar y escuchar la sustentación de la tesis, presentado por **Nataly Yadira Lastra Atanacio,** denominada: **"Efecto de cuatro dosis de ácido naftalenacético (*Ana*) en la propagación asexual de pitahaya amarilla (*Selenicereus megalanthus haw.*) bajo condiciones de vivero en Pucallpa"** para cumplir con el requisito de **TÍTULO PROFESIONAL**.

Teniendo en consideración los méritos del referido trabajo, así como los conocimientos demostrados por la sustentante lo declaramos: Aprobado por unanimidad con el calificativo (*) Excelente

En consecuencia, queda en condición de ser considerado Apto por el Consejo Universitario y recibir el: Título de **INGENIERO AGRÓNOMO**, de conformidad con lo estipulado en Art. 10 del reglamento general de grados académicos, título profesional y título de segunda especialidad profesional de la Universidad Nacional de Ucayali.

Pucallpa, ... 15 ... de Noviembre ... de 2024.

M. Sc. Jorge Raúl García Cavalié
Presidente

Ing. Isaías Gonzalez Ramírez
Primer Miembro

M. Sc. Jessica Madeley Ríos Guzmán
Segundo Miembro

Dr. Fernando Pérez Leal
Asesor

(*) De acuerdo con el Art. 21 del Reglamento de Grados y Títulos de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Nacional de Ucayali, éstas deberán ser calificadas con términos de Sobresaliente, Aprobado por Unanimidad, Aprobado por Mayoría y Desaprobado.

Esta tesis fue aprobada por el Jurado Evaluador de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Nacional de Ucayali, como requisito para optar el Título de Ingeniero Agrónomo.

M. Sc. Jorge Raúl García Cavalié ..... PRESIDENTE

Ing. Isaías Gonzalez Ramírez ..... PRIMER MIEMBRO

M. Sc. Jessica Madeley Ríos Guzmán ..... SEGUNDO MIEMBRO

Dr. Fernando Pérez Leal ..... ASESOR

Bach. Nataly Yadira Lastra Atanacio ..... TESISTA

ACTA DE APROBACIÓN

ACTA DE APROBACION DE TESIS

Esta tesis fue sometida a consideración para su aprobación por el Jurado Evaluador de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Nacional de Ucayali, integrado por los siguientes docentes:

M. Sc. Raúl García Cavalie ..... Presidente

M. Sc. Isaías Gonzales Ramírez ..... Secretario

M. Sc. Jessica Madeley Ríos Guzman ..... Miembro

Dr. Fernando Pérez Leal ..... Asesor

Bach. Nataly Yadira Lastra Atanacio ..... Tesista

CONSTANCIA DE ANTIPLAGIO

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

DIRECCIÓN DE PRODUCCIÓN INTELECTUAL

CONSTANCIA

ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Nº **V/0577-2024**.

La Dirección de Producción Intelectual de la Universidad Nacional de Ucayali, hace constar por la presente, que el trabajo académico de investigación, titulado:

"**EFECTO DE CUATRO DOSIS DE ÁCIDO NAFTALENACÉTICO (ANA) EN LA PROPAGACIÓN ASEXUAL DE PITAHAYA AMARILLA (Selenicereus megalanthus Haw.) BAJO CONDICIONES DE VIVERO EN PUCALLPA**"

Autor(es)	:	**LASTRA ATANACIO, NATALY YADIRA**
Facultad	:	**CIENCIAS AGROPECUARIAS**
Escuela	:	**AGRONOMÍA**
Asesor(a)	:	**Dr. PEREZ LEAL FERNANDO**

Presenta un **porcentaje de similitud de 10%,** verificado en el Sistema Antiplagio COMPILATIO,

De acuerdo a los criterios de porcentaje establecidos en el artículo 9 de la DIRECTIVA DE USO DEL SISTEMA ANTIPLAGIO, el cual indica que todo trabajo de investigación no debe superar el 10%. **En tal sentido, se declara, que el presente trabajo de investigación: SI Contiene un porcentaje aceptable de similitud,** procediéndose a emitir la presente Constancia de Originalidad de Trabajo de Investigación (COTI) a solicitud del asesor.

En señal de conformidad se firma y sella el presente documento.

Fecha: 17/10/2024

Mg. JOSÉ MANUEL CÁRDENAS BERNAOLA
Director de Producción Intelectual

AUTORIZACION DE PUBLICACION DE TESIS

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

DIRECCIÓN DE PRODUCCIÓN INTELECTUAL

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN

Repositorio de la Universidad Nacional de Ucayali

Yo, Nataly Yadira Lastra Atanacao

Autor de la tesis titulada : Efecto de Cuatro Dosis de Ácido Naftalenacético (ANA) en propagación Asexual de Pitahaya amarilla (Selenicereus megalanthus Haw) Bajo Condiciones de Vivero en Pucallpa.

Sustentada el año 15 Noviembre 2024

Asesor(a): Dr. Fernando Perez Ieal

Facultad: Ciencias Agropecuarias.

Escuela Profesional: Agronomia

Autorizo la publicación:

PARCIAL ☐ TOTAL ☒

De mi trabajo de investigación en el Repositorio Institucional de la Universidad Nacional de Ucayali (www.repositorio.unu.edu.pe), bajo los siguientes términos:

Primero: Otorgo a la Universidad Nacional de Ucayali licencia no exclusiva para reproducir, distribuir, comunicar, transformar (únicamente mediante su traducción a otros idiomas) y poner a disposición del público en general mi tesis (incluido el resumen) a través del Repositorio Institucional de la UNU, en formato digital sin modificar su contenido, en el Perú y en el extranjero; por el tiempo y las veces que considere necesario y libre de remuneraciones.

Segundo: Declaro que la tesis es una creación de mi autoría y exclusiva titularidad, por tanto me encuentro facultado a conceder la presente autorización, garantizando que la tesis no infringe derechos de autor de terceras personas, caso contrario, me hago único(a) responsable de investigaciones y observaciones futuras, de acuerdo a lo establecido en el estatuto de la Universidad Nacional de Ucayali, la Superintendencia Nacional de Educación Superior Universitaria y el Ministerio de Educación.

En señal de conformidad firmo la presente autorización.

Fecha: 29 / 04 / 2025

Email: natalylastra2002@gmail.com Firma:

Teléfono: 914643009 DNI: 78998332

www.repositorio.unu.edu.pe
repositorio@unu.edu.pe

DEDICATORIA

Agradezco a Dios por la fortaleza brindada a lo largo de mi carrera profesional, guiándome desde lo alto. Expreso mi más sincero agradecimiento a mis queridos padres por sus sacrificios desinteresados, apoyo incondicional y sabios consejos al confiar en mí.

A mis hermanos (a) por su apoyo incondicional y su confianza en mí, a pesar de la distancia que separa nuestros caminos. Nuestros corazones permanecen unidos, y les agradezco por estar siempre presentes, brindándome aliento para alcanzar juntos nuestros objetivos.

AGRADECIMIENTO

Quisiera comenzar expresando mi más sincero agradecimiento a mi Asesor de tesis, el Dr. Fernando Pérez Leal cuya experiencia, paciencia y apoyo constante fueron fundamentales para la realización de este trabajo. Su guía no solo me proporcionó claridad académica, sino también motivación en momentos de duda. Su confianza en mí me impulsó a seguir adelante y superar los desafíos.

A mi familia, especialmente a mis padres, les agradezco profundamente su amor incondicional y su apoyo constante. Su fe en mí ha sido el motor que me permitió completar este camino. A mis hermanos, por sus palabras de aliento, y a mis familiares, por sus presencia y cariño, gracias por ser mi pilar en los momentos difíciles. Sin ustedes, este logro no habría sido posible.

A la Universidad Nacional de Ucayali, gracias por brindarme la oportunidad de crecer académica y profesionalmente. Durante mi tiempo aquí, he crecido tanto personal como académicamente, y estoy profundamente agradecido por haber sido parte de esta comunidad educativa.

A mi Hermano Jim Piero Lastra Atanacio, gracias a su compañía y apoyo en los momentos de estrés y alegría. Quien fue mi red de contención y su amistad me ayudó a mantener el ánimo en los momentos más duros. Cada palabra de aliento y apoyo contribuyó a que este proceso fuera más llevadero y significativo.

Finalmente, agradezco a todos los colegas y colaboradores que participaron en esta investigación. Su ayuda en la recopilación de datos, revisión de mi trabajo y valiosos comentarios enriquecieron este proyecto de maneras que jamás imaginé. Esta tesis es el resultado de un esfuerzo colectivo, y su colaboración fue crucial para su realización.

A todos, gracias por ser parte de este viaje.

INDICE GENERAL

ACTA DE SUSTENTACIÓN ii

ACTA DE APROBACIÓN iv

CONSTANCIA DE ANTIPLAGIO v

AUTORIZACION DE PUBLICACION DE TESIS vi

DEDICATORIA vii

AGRADECIMIENTO viii

RESUMEN xiv

ABSTRACT xv

INTRODUCCIÓN xix

CAPITULO I 1

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA. 1

1.1. Descripción y fundamentación del problema. 1

1.2. Formulación del problema. 2

1.2.1. Problema general 2

1.2.2. Problemas específicos. 2

1.3. Objetivo general y objetivos específicos 3

1.3.1. Objetivo general. 3

1.3.2. Objetivos específicos 3

1.4. Hipótesis y/o sistema de hipótesis. 3

1.4.1. Hipótesis general 3

1.4.2. Hipótesis específicas. 4

1.5. Operacionalización de las variables. 4

1.5.1. Variable independiente: 4

1.5.2. Variable dependiente: 4

1.6. Justificación e importancia. 5

1.7. Viabilidad. 6

1.8. Limitaciones. 7

CAPITULO II 8

MARCO TEORICO 8

2.1. Antecedentes de la Investigacion. 8

2.1.1. Antecedentes Nacionales....8
2.1.2. Antecedentes Internacionales. 10
2.2. Bases teóricas....12
2.2.1. Generalidades del Cultivo de pitahaya 12
2.2.2. Clasificación taxonómica.....14
2.2.3. Descripción morfológica. 15
2.2.4. Descripción fisiológica....17
2.2.5. Metabolismo de plantas CAM....17
2.2.6. Fenología de la pitahaya 18
2.2.7. Variedades 19
2.2.8. Métodos de propagación de pitahaya 20
2.2.9. Enraizadores....21
CAPITULO III....23
METODOLOGIA. 23
3.1. Método de investigación. 23
3.2. Tipo y nivel de investigación. 23
3.3. Población y muestra....23
3.3.1. Población....23
3.3.2. Muestra. 24
3.4. Componentes en estudio. 24
3.5. Tratamientos en estudio. 24
Tabla 1. Tratamientos en el estudio de enraizamiento de pitahaya 24
3.6. Diseño experimental. 25
3.7. Análisis de la varianza 25
Tabla 2. Estructura del análisis de la variancia del estudio 25
Figura 1 Croquis de distribución de los tratamientos....26
Tabla 3. Dimensiones y cualidades del estudio 26
3.8. Ejecución del experimento. 27
3.8.1. Ubicación y duración del estudio. 27
Figura 2 Ubicación del área de estudio en el laboratorio de hidroponía de la UNU. 28
3.8.2. Condiciones ecológicas y climáticas....29
Tabla 4. Datos climatológicos durante los meses de estudio....29
3.8.3. Proceso experimental. 29
3.8.4. Variables evaluadas....32
CAPÍTULO IV....35

RESULTADOS..... 35
4.1. Porcentaje de enraizamiento..... 35
Tabla 5. Análisis de varianza para el porcentaje de enraizamiento. 35
Tabla 6. Prueba de significancia de Tukey (α=0.05) para el porcentaje de enraizamiento..... 36
Figura 3 Promedio del porcentaje de enraizamiento de cladodios a los 90 días. 37
4.2. Evaluación del crecimiento radicular..... 37
4.2.1. Número de raíces..... 37
Tabla 7. Análisis de varianza para número de raíces..... 38
Tabla 8. Prueba de significancia de Tukey (α=0.05) para número de raíces..... 38
Figura 4 Promedio de número de raíces a los 90 días. 39
4.2.2. Longitud de raíz (cm). 39
Tabla 9. Análisis de varianza para longitud de raíz..... 40
Tabla 10. Prueba de significancia de Tukey (α=0.05) para longitud de raíz. 40
Figura 5 Promedio de longitud de raíz a los 90 días. 42
4.2.3. Volumen de raíces (cm^3). 42
Tabla 11. Análisis de varianza para volumen de raíces. 42
Tabla 12. Prueba de significancia de Tukey (α=0.05) para volumen de raíces. 43
Figura 6 Promedio de volumen de raíz a los 90 días. 44
4.3. Evaluación de crecimiento vegetativo..... 45
4.3.1. Número de brotes. 45
Tabla 13. análisis de varianza para número de brotes. 45
Tabla 14. Prueba de significancia de Tukey (α=0.05) para número de brotes. 46
Figura 7 Promedio de número de brotes a los 90 días. 47
4.3.2. Longitud de brotes (cm). 47
Tabla 15. Análisis de varianza para longitud de brotes. 47
Tabla 16. Prueba de significancia de Tukey (α=0.05) para longitud de brotes. 48
Figura 8 Promedio de longitud de brotes a los 45 días. 49
4.3.3. Porcentaje de sobrevivencia (cm). 49
Tabla 17. Análisis de varianza para porcentaje de cladodios con brotes. 50
Tabla 18. Prueba de significancia de Tukey (α=0.05) para porcentaje de cladodios con brotes . 51
Figura 9 Promedio de porcentaje de cladodios con brotes a los 90 días. 52
CAPÍTULO V 53
DISCUSIÓN. 53
5.1. Enraizamiento 53
5.2. Crecimiento radicular..... 54

5.2.1. Número de raíces 54
5.2.2. Longitud de raíz 56
5.2.3. Volumen de raíz. 57
5.3. Crecimiento vegetativo 57
5.3.1. Número de brotes. 57
5.3.2. Longitud de brotes. 58
5.3.3. Porcentaje de cladodios con brotes 59
CAPITULO VI 60
CONCLUSIONES. 60
CAPITULO VII 61
RECOMENDACIONES. 61
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 62
..... 66
ANEXOS 67
Anexo 1. Procesamiento de datos 68
Tabla 19A Porcentaje de enraizamiento de esquejes de pitajaya tratadas con ANA 68
Tabla 20A Promedio del número de raíces por esqueje de pitajaya a los 90 días de enraizamiento, tratadas con ANA. 68
Tabla 21A Promedio de longitud de raíz cm por esqueje de pitajaya a los 90 días de enraizamiento, tratadas con ANA 69
Tabla 22A Promedio de Volumen de raíces cm3 por esqueje de pitajaya a los 90 días de enraizamiento, tratadas con ANA 69
Tabla 23A Promedio de número de brotes por esqueje de pitajaya a los 90 días de enraizamiento, tratadas con ANA 70
Tabla 24A Promedio de longitud brotes por esqueje de pitajaya a los 90 días de enraizamiento, tratadas con ANA 70
Tabla 25A Promedio de porcentaje de esquejes con brotes de pitajaya a los 90 días de enraizamiento, tratadas con ANA 71
Anexo 2. Fotos del processo experimental. 72
Figura 1A Preparación del terreno para la construcción del vivero. 72
Figura 2A Preparación del sustrato y llenando de bolsas 73
Figura 3A Siembra de pitahaya en las unidades experimentales 73
Figura 4A Control de malezas en calles y bolsas 74
Figura 5A Evaluación del número de raíces 74

Figura 6A Evaluación de longitud de raíz 75
Figura 7A Evaluación del número de brotes de pitahaya 75
Figura 8A Evaluación de la longitud de brotes de pitahaya. 76
Figura 9A Supervisión por los jurados 76

RESUMEN

El presente estudio titulado "*Efecto de cuatro dosis de ácido naftalenacético (ANA) en la propagación asexual de pitahaya amarilla (Selenicereus megalanthus Haw.) bajo condiciones de vivero en Pucallpa*" tuvo como objetivo determinar el efecto de diferentes concentraciones de ANA en el enraizamiento y crecimiento de cladodios de pitahaya bajo condiciones controladas de vivero. El experimento se llevó a cabo en el laboratorio de hidroponía de la Universidad Nacional de Ucayali, empleando un Diseño Completamente al Azar (DCA) 5x4, con cuatro dosis de ANA más un testigo y cuatro repeticiones. Se evaluaron variables relacionadas con el enraizamiento, el crecimiento radicular y el crecimiento vegetativo. Entre las variables consideradas estuvieron: porcentaje de enraizamiento, número de raíces, longitud de raíces, número y longitud de brotes, porcentaje de prendimiento, y porcentaje de cladodios con brotes. Los resultados mostraron que el tratamiento T2 (ANA a 3000 ppm) fue el más efectivo en el desarrollo radicular y vegetativo de las plantas. Este tratamiento presentó un porcentaje de enraizamiento del 93.6%, con un promedio de 10.50 raíces por planta, una longitud media de raíces de 28.16 cm y un volumen de 5.96 cm^3. En cuanto al crecimiento vegetativo, el T2 destacó con un promedio de 3.50 brotes por planta y una longitud de brotes de 51.89 cm, además de un 92% de cladodios que desarrollaron brotes. En conclusión, la dosis de 3000 ppm de ANA es óptima para mejorar tanto el enraizamiento como el crecimiento vegetativo de la pitahaya amarilla, lo que podría contribuir a la optimización de su propagación en viveros para la producción comercial en la región de Pucallpa.

Palabras claves: Ácido naftalenacético (ANA), crecimiento vegetativo, enraizamiento, pitahaya amarilla, propagación asexual

ABSTRACT

The present study titled *"Effect of Four Doses of Naphthaleneacetic Acid (NAA) on the Asexual Propagation of Yellow Pitahaya (Selenicereus megalanthus Haw.) under Nursery Conditions in Pucallpa"* aimed to determine the effect of different NAA concentrations on the rooting and growth of yellow pitahaya cladodes under controlled nursery conditions. The experiment was conducted at the hydroponics laboratory of the National University of Ucayali, using a Completely Randomized Design (CRD) 5x4, with four doses of NAA plus a control and four replications. Variables related to rooting, root growth, and vegetative growth were evaluated. The variables considered included: rooting percentage, number of roots, root length, number and length of shoots, grafting success percentage, and percentage of cladodes with shoots. The results showed that treatment T2 (NAA at 3000 ppm) was the most effective in promoting root and vegetative development. This treatment achieved a rooting percentage of 93.6%, with an average of 10.50 roots per plant, a mean root length of 28.16 cm, and a volume of 5.96 cm^3. Regarding vegetative growth, T2 stood out with an average of 3.50 shoots per plant and a shoot length of 51.89 cm, as well as 92% of cladodes developing shoots. In conclusion, the 3000 ppm NAA dose is optimal for enhancing both the rooting and vegetative growth of yellow pitahaya, which could contribute to optimizing its propagation in nurseries for commercial production in the Pucallpa region.

Keywords: Naphthaleneacetic acid (NAA), vegetative growth, rooting, yellow pitahaya, asexual propagation.

INDICE DE TABLAS

En el texto:

Tabla 1 Tratamientos en el estudio de enraizamiento de guanábana.....24

Tabla 2 Estructura del análisis de la variancia del estudio 25

Tabla 3 Dimensiones y cualidades del estudio 26

Tabla 4 Datos climatológicos durante los meses de estudio.....29

Tabla 5 Análisis de varianza para el porcentaje de enraizamiento. 35

Tabla 6 Prueba de significancia de Tukey (α=0.05) para el porcentaje de enraizamiento. 36

Tabla 7 Análisis de varianza para número de raíces.....38

Tabla 8 Prueba de significancia de Tukey (α=0.05) para número de raíces.....38

Tabla 9 Análisis de varianza para longitud de raíz.....40

Tabla 10 Prueba de significancia de Tukey (α=0.05) para longitud de raíz. 40

Tabla 11 Análisis de varianza para volumen de raíces. 42

Tabla 12 Prueba de significancia de Tukey (α=0.05) para volumen de raíces. 43

Tabla 13 análisis de varianza para número de brotes.....45

Tabla 14 Prueba de significancia de Tukey (α=0.05) para número de brotes.....46

Tabla 15 Análisis de varianza para longitud de brotes. 47

Tabla 16 Prueba de significancia de Tukey (α=0.05) para longitud de brotes. 48

Tabla 17 Análisis de varianza para porcentaje de cladodios con brotes. 50

Tabla 18 Prueba de significancia de Tukey (α=0.05) para porcentaje de cladodios con brotes…….....51

En el anexo:

Tabla 19A Porcentaje de enraizamiento de esquejes de pitajaya tratadas con ANA.....68

Tabla 20A Promedio del número de raíces por esqueje de pitajaya a los 90 días de enraizamiento, tratadas con ANA. 68

Tabla 21A Promedio de longitud de raíz cm por esqueje de pitajaya a los 90 días de enraizamiento, tratadas con ANA 69

Tabla 22A Promedio de Volumen de raíces cm3 por esqueje de pitajaya a los 90 días de enraizamiento, tratadas con ANA 69

Tabla 23A Promedio de número de brotes por esqueje de pitajaya a los 90 días de enraizamiento, tratadas con ANA 70

Tabla 24A Promedio de longitud brotes por esqueje de pitajaya a los 90 días de enraizamiento, tratadas con ANA 70

Tabla 25A Promedio de porcentaje de esquejes con brotes de pitajaya a los 90 días de enraizamiento, tratadas con ANA 71

ÍNDICE DE FIGURAS

En el texto:

Figura 1 Croquis de distribución de los tratamientos.....26

Figura 2 Ubicación del área de estudio en el laboratorio de hidroponía de la UNU.....28

Figura 3 Promedio del porcentaje de enraizamiento de cladodios a los 90 días. 37

Figura 4 Promedio de número de raíces a los 90 días. 39

Figura 5 Promedio de longitud de raíz a los 90 días. 42

Figura 6 Promedio de volumen de raíz a los 90 días.....44

Figura 7 Promedio de número de brotes a los 90 días.....47

Figura 8 Promedio de longitud de brotes a los 45 días. 49

Figura 9 Promedio de porcentaje de cladodios con brotes a los 90 días. 52

En el anexo:

Figura 1A Preparación del terreno para la construcción del vivero. 72

Figura 2A Preparación del sustrato y llenando de bolsas.....73

Figura 3A Siembra de pitahaya en las unidades experimentales 73

Figura 4A Control de malezas en calles y bolsas.....74

Figura 5A Evaluación del número de raíces 74

Figura 6A Evaluación de longitud de raíz.....75

Figura 7A Evaluación del número de brotes de pitahaya.....75

Figura 8A Evaluación de la longitud de brotes de pitahaya.....76

Figura 9A Supervisión por los jjurados.....76

INTRODUCCIÓN

La pitahaya amarilla *(Selenicereus megalanthus Haw.)* ha pasado de ser una fruta cultivada principalmente en patios traseros para consumo personal a convertirse en un producto de alta demanda en el mercado internacional. Este cambio ha sido impulsado por sus propiedades nutricionales y medicinales, así como por su sabor y aroma distintivos. Países como Vietnam e Israel se destacan en la importación y exportación de esta fruta, mientras que en Sudamérica, Colombia lidera la producción y exportación, con Estados Unidos, Japón y Europa y como los principales consumidores (Olvera, 2013).

En Perú, aunque la pitahaya no es una especie nativa, ha encontrado un ambiente propicio para su cultivo en la selva peruana. Las regiones de Amazonas, San Martín, Huaral, Chanchamayo, la sierra de Piura y Ucayali se han convertido en zonas importantes de producción gracias a las condiciones ambientales favorables (INIA, 2020). Este cultivo no solo ha mejorado la salud de los consumidores, sino que también ha brindado un sustento económico significativo a los agricultores locales.

La propagación de la pitahaya amarilla se realiza mayormente de manera asexual mediante el uso de esquejes maduros obtenidos de plantas madre. Sin embargo, los desafíos persisten en la producción de plántulas de alta calidad con sistemas radiculares robustos y yemas vigorosas en un tiempo reducido. Esta dificultad impacta negativamente en el manejo agronómico del cultivo, resultando en bajos rendimientos y una vida útil limitada de las plantas, lo cual afecta la productividad y la satisfacción de la demanda del mercado (Chocaca, 2019).

El uso de reguladores de crecimiento, como el ácido naftalenacético (ANA), podría ser una estrategia eficaz para mejorar el enraizamiento y el desarrollo vegetativo de los esquejes de pitahaya. El ANA es conocido por su capacidad para estimular la formación de raíces adventicias, lo que podría acelerar y optimizar la propagación asexual de esta planta (Torres, 2015).

La presente investigación, desarrollada en Pucallpa, Región Ucayali, tiene como objetivo determinar el efecto de cuatro dosis de ácido naftalenacético (ANA) en la propagación asexual de pitahaya amarilla bajo condiciones de vivero. Se busca identificar la dosis más efectiva para el enraizamiento y evaluar cómo estas dosis influyen en el crecimiento de las raíces y el desarrollo vegetativo de los esquejes de pitahaya. Se espera que este estudio contribuya a una mejor comprensión del manejo agronómico de la pitahaya y ayude a reducir el tiempo entre la propagación y la producción, beneficiando tanto a los productores como a los consumidores en el mercado internacional.

CAPITULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

1.1. Descripción y fundamentación del problema.

El cultivo de pitahaya tiene gran relevancia en numerosas regiones del mundo, destacando por su valor comercial. Optimizar el proceso de enraizamiento en esta especie podría incrementar la producción a nivel global y generar un impacto favorable en las economías locales (Wu et al., 2017). El desafío que supone el enraizamiento de la pitahaya (*Selenicereus megalanthus* Haw.) en distintas condiciones es un tema de interés crucial en la agricultura y la producción alimentaria mundial. Este cultivo se adapta a diversas áreas geográficas, pero las variaciones en los sustratos y las técnicas de enraizamiento dificultan la creación de prácticas universales, afectando la productividad en distintas regiones (Torres, 2015). El proceso de enraizamiento de la pitahaya presenta complejidades, ya que la planta es vulnerable a enfermedades y otros problemas durante esta fase, lo que puede disminuir la tasa de éxito y la viabilidad del cultivo (Vélez y Zambrano, 2022).

La pitahaya (*Selenicereus megalanthus* Haw.), una fruta tropical con elevado valor comercial, ha ganado relevancia en el sector agrícola peruano. No obstante, el proceso de enraizamiento de esta planta es esencial para garantizar el éxito en la implementación de nuevos cultivos. Uno de los aspectos fundamentales que afectan el enraizamiento es la falta de hormonas promotoras de raíces durante la fase de propagación (Verona et al., 2020).

El enraizamiento es una fase crítica en el cultivo de la pitahaya, ya que incide directamente en el desarrollo y consolidación de las plantas. La insuficiencia de hormonas aplicadas en la propagación es uno de los principales factores que limita el éxito de esta etapa. Sin embargo, aún se necesita más investigación sobre el impacto de diversas concentraciones de ácido naftalenacético en el enraizamiento de la pitahaya bajo condiciones de vivero.

La propagación asexual de la pitahaya se realiza mediante cladodios o estacas maduras, pero hasta el momento no se ha establecido una técnica eficiente que garantice un sistema radicular uniforme, vigoroso y de rápido desarrollo. Esta deficiencia provoca que las plantas tarden en adaptarse a las condiciones del campo y se vuelvan menos competitivas frente a situaciones adversas, además de que se retrasa la producción, se presentan cosechas irregulares y la vida útil de las plantas es menor (Montejo, 2020).

En Ucayali, los productores enfrentan dificultades en la propagación de la pitahaya mediante cladodios, ya que el porcentaje de prendimiento es bajo y no se logra una uniformidad en el enraizamiento. Aunque existen en el mercado diversos reguladores de crecimiento, aún no se ha estudiado suficientemente su efecto en el enraizamiento de esta planta en el contexto peruano. Por esta razón, se propone utilizar una variedad de sustratos en el proceso de enraizamiento de la pitahaya, con el objetivo de introducir innovación en este aspecto. Como resultado, se formulan las siguientes interrogantes de investigación:

1.2. Formulación del problema.

1.2.1. Problema general

¿Cuál es el efecto de cuatro dosis de ácido naftalenacético (ANA) en el enraizamiento de pitahaya amarilla (*Selenicereus megalanthus* Haw) bajo condiciones de vivero en Pucallpa?

1.2.2. Problemas específicos.

- ¿Cuál es la dosis de ácido naftalenacético (ANA) más efectiva en el enraizamiento de pitahaya amarilla (*Selenicereus megalanthus* Haw) bajo condiciones de vivero en Pucallpa?

- ¿Cómo influyen las diferentes dosis de ácido naftalenacético en el crecimiento radicular y vegetativo de los esquejes de pitahaya (*Selenicereus megalanthus* Haw) bajo condiciones de vivero en Pucallpa?

1.3. Objetivo general y objetivos específicos.

1.3.1. Objetivo general.

Determinar el efecto de cuatro dosis de ácido naftalenacético (ANA) en el enraizamiento de pitahaya (*Selenicereus megalanthus* Haw.) bajo condiciones de vivero en Pucallpa.

1.3.2. Objetivos específicos.

- Determinar la mejor dosis de ácido naftalenacético (ANA) en el porcentaje de enraizamiento de pitahaya amarilla (Selenicereus megalanthus Haw.) bajo condiciones de vivero en Pucallpa.
- Evaluar el efecto de las dosis de ácido naftalenacético (ANA) en el crecimiento radicular y vegetativo en esquejes de pitajaya amarilla (Selenicereus megalanthus Haw.) en condiciones de vivero en Pucallpa.

1.4. Hipótesis y/o sistema de hipótesis.

1.4.1. Hipótesis general.

Si se utiliza cuatro dosis de ácido naftalenacético en la propagación asexual de pitahaya amarilla (*Selenicereus megalanthus* Haw.) bajo condiciones de vivero, entonces se podrá determinar el que de mayor efecto en el porcentaje de enraizamiento.

1.4.2. Hipótesis específicas.

- Al menos una de las dosis empleadas como enraizantes presentará resultados altamente significativos en porcentaje de enraizamiento bajo condiciones de vivero.
- Al menos unas de las dosis empleadas tendrán efecto en el crecimiento radicular y vegetativo en los cladodios de pitahaya.

1.5. Operacionalización de las variables.

1.5.1. Variable independiente:

a. Dosis de ácido naftalenacético

- Sin ácido naftalenacético (testigo)
- 3000 ppm de ácido naftalenacético
- 3500 ppm de ácido naftalenacético
- 4000 ppm de ácido naftalenacético
- 4500 ppm de ácido naftalenacético

1.5.2. Variable dependiente:

a. Porcentaje de enraizamiento

b. Crecimiento radicular

- Número de raíces formadas
- Longitud de raíz (cm)

c. Crecimiento vegetativo

- Número de brotes
- Longitud de brotes (cm)
- Porcentaje de prendimiento (%)
- Porcentaje de cladodios con brotes (%)

1.6. Justificación e importancia.

La pitahaya ha ganado relevancia como una opción rentable en diversas regiones del país, reemplazando cultivos tradicionales de granos básicos, debido a su capacidad de adaptarse a entornos con escasa humedad y a la creciente demanda tanto nacional como internacional de esta fruta. *Selenicereus megalanthus* Haw., conocido como pitahaya, es un cactus perenne que crece de manera natural en diversas superficies como árboles, piedras y muros (Téllez, 2016).

El presente estudio proporcionará información novedosa que contribuirá al desarrollo de una base teórica sobre el efecto del ácido naftalenacético en la propagación de esta especie, facilitando una mayor eficiencia en el proceso de reproducción y ofreciendo una alternativa económica en los costos de producción de la pitahaya con el uso de esta hormona.

Las investigaciones realizadas sobre el uso de ácido naftalenacético han demostrado que este no produce impactos negativos en el ambiente, ya que se considera un producto respetuoso con el entorno natural, sin alterar el ecosistema durante su aplicación en la propagación de la pitahaya (Taípe, 2022).

Las pérdidas económicas derivadas de la demora en el establecimiento de plantas de pitahaya en el campo, así como la baja calidad de las plantas madre y el tamaño insuficiente de los cladodios, han generado la necesidad de desarrollar métodos más efectivos de propagación. La alta mortalidad de los cladodios sembrados también es una preocupación importante (Taípe, 2022).

La evaluación de las dosis adecuadas de ácido naftalenacético en la propagación de *Selenicereus megalanthus* es crucial para los agricultores, ya que les permitirá obtener plantas de manera más rápida y a bajo costo, lo que contribuirá a mejorar su situación económica y social al aumentar sus ingresos y mejorar su calidad de vida (Rodríguez, 2019).

El uso de enraizadores que proporcionen hormonas para inducir el desarrollo radicular en la pitahaya se presenta como una alternativa viable y respetuosa con el medio ambiente. Este estudio busca fomentar la industrialización de enraizantes que promuevan la conservación del entorno natural, ofreciendo una opción más sostenible para los productores.

A pesar de los avances mencionados, muchos agricultores que cultivan pitahaya todavía dependen de experiencias propias y consejos de otros productores. Sin embargo, algunos de ellos han mostrado interés en apoyar esta investigación para mejorar técnicamente el manejo del cultivo y lograr un enraizamiento más uniforme y robusto en los cladodios (Alcarazo, 2021).

Para los agricultores, la evaluación del impacto de diferentes concentraciones de ácido naftalenacético en la propagación de la pitahaya es de gran importancia, ya que les permitirá identificar las dosis más efectivas para enraizar sus plantas sin dañar el medio ambiente, acortando el tiempo necesario para obtener plantones de calidad.

1.7. Viabilidad.

El proyecto se considera factible dado que se pudo abordar de manera positiva la problemática de investigación, es decir, se consiguió identificar de manera satisfactoria el efecto de diferentes dosis de ácido naftalenacético (ANA) en la propagación asexual de pitahaya amarilla bajo condiciones de vivero en Pucallpa. La factibilidad del proyecto se vio impulsada por los siguientes aspectos:

Este cultivo ha ganado importancia en la región, tanto por su capacidad de adaptarse al clima local como por su valor en el mercado. No obstante, aún falta información detallada sobre las dosis correctas de ácido naftalenacético (ANA) que se deben utilizar para mejorar el enraizamiento y el desarrollo vegetativo de la planta. Esta investigación busca llenar ese vacío, lo que podría transformar de manera considerable la propagación asexual de la pitahaya. Con

ello, los agricultores locales podrán implementar técnicas más eficaces que les ayuden a aumentar la producción y a hacer que el cultivo sea más competitivo.

Aparte de haberse llevado a cabo en un ambiente controlado que garantizó resultados precisos y confiables, este estudio fomenta también prácticas agrícolas más sostenibles. Ajustar el uso de reguladores de crecimiento como el ANA puede disminuir el uso excesivo de productos químicos, lo que a su vez reduce el impacto negativo en el medio ambiente. De este modo, se contribuye a la preservación de los recursos naturales en la región, fortaleciendo la sostenibilidad de la agricultura local y proporcionando una opción rentable para los productores de pitahaya.

1.8. Limitaciones.

Durante la investigación sobre las dosis de ácido naftalenacético (ANA) en la propagación de pitahaya amarilla, las condiciones climáticas de Pucallpa, como la humedad elevada y las variaciones de temperatura, influyeron en los resultados. Esto restringió la posibilidad de extrapolar los hallazgos a otras zonas con climas diferentes.

Las plantas madre utilizadas en el estudio presentaron variabilidad genética, lo que afectó la consistencia de los resultados. Las diferencias genéticas entre ellas alteraron la manera en que las plantas respondieron al ANA, complicando la evaluación exacta de su efecto.

Las condiciones del vivero, incluyendo el tipo de suelo y el manejo del agua, afectaron el comportamiento de las plantas frente al ANA. Estas condiciones no son comparables a las de cultivos a campo abierto, lo que dificulta la aplicación de los resultados a una producción a mayor escala. Además, no se cubrió un rango suficiente de dosis para establecer con precisión la más efectiva.

CAPITULO II

MARCO TEORICO.

2.1. Antecedentes de la Investigacion.

2.1.1. Antecedentes Nacionales.

Alcarazo (2021), en su investigación titulada "Influencia de dos productos hormonales con tres dosis auxínicas en el enraizamiento de esquejes de 'Pitahaya' (Selenicereus megalanthus K. Schum. ex Vaupel) en Nueva Cajamarca," estudió el impacto de dos productos hormonales aplicados en tres concentraciones de auxinas en el enraizamiento de esquejes de pitahaya en esa localidad. El enfoque fue cuantitativo con alcance explicativo, utilizando un diseño completamente al azar con un arreglo factorial 2 x 3 más un testigo. El primer factor incluyó los productos hormonales Root-Hor y Max Rayz, y el segundo las dosis auxínicas de 1,000, 2,000 y 3,000 ppm, resultando en seis tratamientos y un testigo. La duración del experimento fue de 90 días, con evaluaciones cada 30 días. Las variables evaluadas fueron número de raíces, tamaño de raíces, masa radicular, longitud del brote y curva de crecimiento. Root-Hor sobresalió con un promedio de 5.85 raíces a los 90 días, superando al testigo. No hubo diferencias significativas en tamaño de raíces entre los tratamientos, con una longitud promedio de 26 cm. Root-Hor también mostró mejores resultados en masa radicular y longitud del brote con 50.89 g y 47.47 cm, respectivamente.

En otro estudio, Taípe (2021) examinó los efectos del té de fosfocompost, combinado con extractos vegetales, en la propagación de Hylocereus undatus y Selenicereus megalanthus. Los cinco tratamientos incluyeron té de fosfocompost, té de fosfocompost con agua de coco, con extracto de sábila, una mezcla de ambos, y un grupo sin enraizante. Las variables evaluadas fueron número y longitud de raíces, peso fresco y seco de las raíces, número y longitud de brotes, y porcentaje de enraizamiento. Los resultados mostraron que los tratamientos con extractos vegetales mejoraron significativamente el enraizamiento de la pitahaya roja en

comparación con la amarilla, destacando el té de fosfocompost con extracto de sábila en el número y longitud de raíces, así como en peso fresco y seco.

Vilca (2022), en su investigación realizada en un vivero ubicado en Huarangopampa, Amazonas, se centró en la evaluación del impacto del bioestimulante Root Hor en combinación con diversos sustratos sobre la propagación vegetativa de la pitahaya amarilla (Hylocereus megalanthus). El estudio analizó varias variables clave, incluyendo el porcentaje de prendimiento, el número y tamaño tanto de los brotes como de las raíces, así como el porcentaje de materia seca producido por las plantas. Los resultados indicaron que la mejor combinación para lograr una propagación eficiente fue la mezcla de tierra agrícola, pajilla carbonizada y 5 ml de Root Hor, la cual demostró ser superior en todas las variables evaluadas. Esta combinación no solo favoreció un mayor número de brotes y raíces, sino también un incremento en su tamaño y en la acumulación de materia seca, lo que sugiere que el uso de esta mezcla puede ser particularmente beneficioso para la propagación de la pitahaya amarilla en condiciones controladas de vivero.

Rodríguez (2019) llevó a cabo un estudio en un vivero en el distrito de Milpuc, Rodríguez de Mendoza, región Amazonas, con el propósito de evaluar el efecto del ácido indolbutírico (AIB) en la propagación vegetativa de la pitahaya amarilla utilizando diversos sustratos. Se utilizaron esquejes homogéneos y se probaron diferentes dosis de AIB, así como varios sustratos, como tierra negra, turba y una mezcla de ambos. Las variables incluyeron número y longitud de raíces y brotes, y el tamaño final del esqueje. Aunque los sustratos no influyeron significativamente, las dosis de AIB entre 3000 mg/L y 4000 mg/L produjeron mejores resultados en número y longitud de raíces, con la turba siendo el sustrato más efectivo.

2.1.2. Antecedentes Internacionales.

Navarrete (2023) realizó una investigación que examinó el impacto de diferentes soluciones nutritivas (SN) en el crecimiento vegetativo de la pitahaya, específicamente la variedad Hylocereus undatus, cultivada en sustrato bajo invernadero. Se probaron cinco soluciones distintas: Steiner normal, Steiner al 75%, Steiner con silicio, Hoagland y Hewit, para proporcionar los macroelementos. Se midieron características físicas no destructivas, como la altura de las plantas y el número de brotes, así como el diámetro de las crestas y caras basales en distintos puntos. Tras nueve meses, se evaluaron variables destructivas, como el peso fresco y seco tanto de las raíces como de la parte aérea, además de un análisis del volumen y diámetro de las raíces. El estudio también incluyó un análisis nutricional de los esquejes tras 279 días de trasplante. Los resultados mostraron variaciones significativas en el número de brotes, diámetros medios y altos de los brotes, diámetro de las raíces, volumen radicular, y peso de la biomasa aérea y radicular.

Ortiz (2022) investigó el efecto de dos enraizantes y tres tiempos de desaviado en la propagación de pitahaya amarilla (Hylocereus megalanthus), utilizando esquejes de diferentes tamaños. Las variables evaluadas incluyeron el tiempo hasta la aparición de los primeros brotes, número y longitud de brotes, longitud y número de raíces, peso fresco de las raíces, y porcentaje de prendimiento. Se observó que el ácido naftalenacético tuvo un impacto significativo en la formación de raíces, mientras que un desaviado de seis días favoreció el crecimiento de los brotes. Los esquejes de mayor tamaño (100 cm) produjeron mejores resultados en cuanto a la cantidad y longitud de brotes. La combinación de ácido naftalenacético con un desaviado de seis días y esquejes de 100 cm fue la más efectiva para la propagación de la pitahaya amarilla.

Vélez y Zambrano (2022) estudiaron la propagación asexual de la pitahaya roja (Hylocereus undatus) y amarilla (Selenicereus megalanthus) en el valle del río Carrizal, evaluando distintos tratamientos con esquejes de 0,80 y 0,50 metros de longitud, utilizando enraizantes como Citokyn y Trichotic. Se analizaron variables como el porcentaje de enraizamiento, peso de la masa radicular, días hasta la brotación, número y longitud de brotes, y porcentaje de mortalidad. Los esquejes más largos (0,80 m) presentaron un mayor número y longitud de brotes en ambas especies de pitahaya, mientras que los esquejes más cortos (0,50 m) produjeron raíces más pesadas. No se encontraron diferencias significativas en enraizamiento, días de brotación ni mortalidad.

En el estudio realizado por Garbanzo et al. (2021), se llevaron a cabo dos experimentos con el objetivo de explorar el uso de bioestimulantes naturales para mejorar la propagación asexual de la pitahaya. En el primer experimento, se emplearon esquejes de 40 cm de longitud y se analizaron los efectos de tres soluciones naturales: agua de coco, agua de pipa y extracto de lentejas, aplicadas en concentraciones de 150, 300 y 600 $ml.L^{-1}$. Se midieron variables como el número y la longitud de los brotes, la cantidad de raíces formadas, y el peso fresco y seco de las raíces. Los resultados indicaron que el agua de coco, en concentraciones de 300 y 600 $ml.L^{-1}$, estimuló significativamente el crecimiento de los brotes, logrando un aumento de hasta 8 cm en comparación con el grupo control. De igual forma, el agua de pipa a una concentración de 300 $ml.L^{-1}$ favoreció el incremento en el peso fresco y seco de las raíces, sugiriendo un impacto positivo en el desarrollo radicular. El segundo experimento se centró en evaluar el efecto del tamaño de los esquejes, que variaban entre 20 y 110 cm, para determinar cómo influía la longitud en la propagación de la planta. Los resultados mostraron que los esquejes de mayor tamaño, con un área superior a 400 cm^2, presentaron un mejor rendimiento en términos de brotación y desarrollo radicular. En resumen, el estudio concluyó que los esquejes más largos, combinados con bioestimulantes naturales como el agua de coco y el agua de pipa en

concentraciones adecuadas, optimizan la propagación asexual de la pitahaya, mejorando tanto el crecimiento vegetativo como el desarrollo de las raíces.

Montejo (2020) condujo una investigación en Guatemala, donde se evaluó el efecto de diferentes sustratos y enraizadores en la propagación vegetativa de la pitahaya. El estudio se organizó en dos factores principales: el tipo de sustrato, que incluía tierra negra, broza y arena; y el tipo de enraizador, que consistía en ácido giberélico, ácido indolbutírico, citoquinina, y un tratamiento control sin enraizador. Las variables analizadas incluyeron el porcentaje de esquejes enraizados, el número y longitud de brotes, la longitud de las raíces, y el peso fresco y seco de las raíces. Los hallazgos indicaron que la combinación de broza como sustrato y ácido indolbutírico como enraizador fue la más efectiva para promover tanto el crecimiento vegetativo como el desarrollo radicular de los esquejes de pitahaya. Este tratamiento mostró un aumento significativo en el porcentaje de enraizamiento y en la longitud de brotes y raíces en comparación con los otros sustratos y enraizadores. Estos resultados sugieren que la interacción entre sustratos orgánicos y enraizadores hormonales puede optimizar la propagación vegetativa de la pitahaya en condiciones controladas.

2.2. Bases teóricas.

2.2.1. Generalidades del Cultivo de pitahaya

De manera silvestre, *S. megalanthus* tiene origen en parte de Sudamérica y toda América Central, abarcando los países de Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú y Venezuela (Morillo et al., 2017). Esta especie se encuentra enmarcada dentro de la familia Cactaceae, son vegetales propios de lugares desérticos, debido a que tienen cualidades relevantes para sobrevivir bajo medios que predominan las sequías, creciendo y desarrollándose con normalidad.

Salazar (2015), añade que la pitahaya amarilla es una epífita facultativa debido a su evolución del piedemonte andino-amazónico en Ecuador, Colombia y Perú; razón por ello es la explicación de la característica trepadora y sus tallos segmentados que poseen mucha facilidad en la emisión de sus raíces secundarias.

Para Santacruz y Huerta (2009), las pitahayas son frutos tipo bayas globosas o subglobosas, siendo sus dimensiones entre 8 hasta los 15 cm de longitud y desde los 6 cm hasta 10 cm de diámetro, sus cáscaras presentan coloración roja o amarilla, diversidad de matices, en la superficie poseen brácteas o escamas foliáceas que se distribuyen de forma helicoidal, la pulpa es abundante, dulce, blanco, amarillo o distintas tonalidades de rojos. Poseen gran cantidad de semillas de tamaños pequeñas, coloración negra o café oscuro que se distribuyen en toda la pulpa y poseen aceites. La planta inicia su producción de fruto a los 12 o 24 meses de trasplantado y depende mucho de la procedencia de los plantones o el uso de tallos, del sistema que se emplea para cultivarlo y también la época del año establecido. Posee una vida productiva prolongada que superan los 10 años, debido a que sus tallos pueden producir raíz adventicia que suelen llegar hasta el suelo con la cual se renueva o también se convierte en una planta nueva; pero, al crecer sobre un tutor la vida útil culmina al caer o morirse, aunque se pueden reemplazar de manera oportuna.

Orrico (2013) describe a *C. triangularis* como una planta cuyos frutos son deliciosos encontrándose dimensiones hasta de 12 cm y con peso de 250 g, color amarillo, fácilmente se desprenden al madurar y las plantas trepan en las rocas y árboles; su flor es blanca. Genera un ángulo cóncavo entre yemas, siendo esta cualidad lo que le permite diferenciarse de la pitahaya roja por poseer ángulo convexo entre las yemas. Una planta de *C. triangularis* es denominada perenne, epífita, trepadora con forma triangular, carnosa y de tallo verde articulado. El tallo está compuesto por tres alas onduladas de margen festoneado córneo; los segmentos de los tallos logran alcanzar hasta los 6 m de longitud. El canal del ala festoneada presenta entre 1 a

3 espinas con 1,5 cm de espesor y ciertas variedades poseen mayor cantidad de espinas. La raíz aérea crece de la parte inferior del tallo, proporciona sujeción para que la planta trepe una pared, roca o árbol. Florece de noche, posee verde exterior con segmentos blancos en el interior, miden 23 cm de ancho y 30 cm de largo, con estigma lobulado de color verde. La flor es de forma acampanada, de elevada fragancia, se abre en la noche y se marchita al amanecer (ZEE et al., 2004). Cuando no son plantaciones, el murciélago o la polilla de halcón son los polinizadores (Valiente-Banuet et al., 2007).

Para propagar, el Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria (OIRSA, 2000) considera emplear esquejes de 25 a 30 cm, Mizrahi et al. (2002) recomienda dimensiones desde 25 hasta 40 cm, al respecto Bastos et al. (2006) reportan respuestas favorables empleando estaca de 25 cm en comparación a los de 15 cm. Añadiendo a lo anterior, Santos (2010), recomienda que al reproducir por esquejes suele afectarse por aspectos del estado fisiológico de la planta matriz, variabilidad genética, edad de las plantas, condición ambiental, el sustrato y la época del año.

2.2.2. Clasificación taxonómica.

Tomado de Kondo et al. (2013), se clasifica taxonómicamente como:

- Reino: Plantae
- Subreino: Tracheobionta
- Super división: Spermatophyta
- División: Magnoliophyta
- Clase: Magnoliopsida
- Orden: Caryophylales
- Familia: Cactaceae
- Subfamilia: Cactoideae

- Tribu: Hylocereae
- Género: Selenicereus
- Especie: *Selenicereus megalantus* (Haw.)
- Nombre común: Pitahaya Amarilla

2.2.3. Descripción morfológica.

Raíz: La pitahaya posee dos tipos de raíces: las principales o primarias, que se desarrollan bajo tierra, y las secundarias o adventicias, que crecen fuera del suelo, aunque en raras ocasiones pueden llegar a tener contacto con él. Las raíces primarias suelen crecer a una profundidad que oscila entre 5 y 25 cm, extendiéndose alrededor de 30 cm en diámetro sobre la superficie del suelo. Por su parte, las raíces secundarias suelen aparecer después de largos periodos de sequía, desempeñando la función de sostener la planta a sus soportes y absorber nutrientes y agua del entorno (Méndez y Coello, 2016, p. 10). Estas raíces adventicias brotan desde las partes aéreas de la planta y se adhieren a superficies como árboles, muros o piedras para mantener la planta estable, utilizando estructuras de soporte como tutores (López y Guido, 2019).

Tallo: Este es suculento y posee una capa exterior gruesa que le permite prosperar en regiones con baja precipitación. Durante los periodos secos o en las horas más cálidas del día, la planta regula la pérdida de agua mediante el cierre de los estomas y la presencia de mucílagos en sus tejidos (López y Guido, 2019). El tallo también almacena agua, actuando como un regulador hídrico en épocas de sequía. Si el tallo se expone a exceso de radiación solar o presenta deficiencias nutricionales, adquiere una tonalidad amarillenta. Además, su fina cutícula ayuda a minimizar la evaporación (Méndez y Coello, 2016). Los segmentos del tallo varían en longitud, desde 15 cm hasta 2 metros entre nudos, y generalmente tienen una disposición colgante, lo que favorece una mayor producción de flores en comparación con los

tallos que crecen de forma horizontal. Estos tallos presentan tres costillas y grupos de espinas pequeñas, de entre 2 y 4 mm, ubicadas en las areolas a lo largo de sus bordes (Méndez y Coello, 2016).

Areolas: Las areolas, descritas por Kondo et al. (2013), son brotes especializados en la pitahaya amarilla, ubicadas lateralmente en la planta. De ellas emergen los brotes vegetativos y productivos. Las areolas están recubiertas por tricomas cortos, lo que les da una apariencia similar a un cojín de lana. Se cree que las espinas, que son hojas modificadas, desempeñan un rol en la protección contra herbívoros y en la condensación de la poca humedad presente en ecosistemas áridos, ayudando a la planta a evitar la deshidratación (p. 17).

Botón Floral: El botón floral surge cuando un pequeño brote, de color verde o rojo, aparece en la base de las espinas. Al poco tiempo, las espinas caen y el brote aumenta de tamaño, tomando una forma redondeada y rojiza, lo que indica el inicio de un brote reproductivo. El crecimiento del brote continúa con la aparición de varias brácteas, dándole una forma globosa. (Medina, 2015).

Flor:Las flores de la pitahaya son erectas y, al abrirse, se orientan buscando la luz de la luna o del sol, especialmente en las primeras y últimas horas del día. Estas se desarrollan en las axilas de las espinas, preferentemente en las áreas de la planta que están más expuestas a los rayos solares (Méndez y Cuello, 2016).

Cuajado del fruto: El cuajado se refiere a la etapa del desarrollo evidenciada por la transición desde la flor (ovario) hacia el fruto que posteriormente se desarrolle hasta que madure. El potencial de crecimiento del fruto puede estar determinado tempranamente en el desarrollo, por el tamaño inicial del ovario en antesis; y se manifiesta en un crecimiento temprano muy rápido del fruto aumentando el tamaño final (Medina, 2015).

Fruto: Indehiscente tipo baya, con coloración amarillo cuando está madura. Al inicio del llenado posterior a la antesis su coloración es verde, posee protuberancias denominadas

mamilas; en la parte extrema posee una bráctea y en la parte basal emergen espinas desde 4 a 8 por sitio; al inicio poseen coloración morado hasta tornarse marrón cuando el fruto madura. Posee muchas color café o negro, son brillantes y se encuentran cubiertas por un arilo (Kondo et al., 2013).

Semilla: Estas estructuras son delicadas y están presentes en ambas variedades, siendo más prominentes en la variedad amarilla. De tamaño reducido y sumamente sensibles, también se emplean por sus propiedades como laxantes, gracias a su alto contenido nutritivo (Olvera et al., 2013). Las semillas de la pitahaya, que inicialmente son marrones y se oscurecen a medida que maduran, tienen una forma ovoide y una consistencia rígida, con un interior blanco y una superficie lisa. Su dispersión ocurre principalmente a través de aves, que las transportan a largas distancias en sus excrementos, lo que, sumado a la elevada capacidad de germinación, favorece una alta tasa de establecimiento de las semillas (Méndez y Coello, 2016).

2.2.4. Descripción fisiológica.

Los cactus son extremadamente adaptables a nuevos entornos, siendo capaces de resistir condiciones adversas como la sequía, el calor, los suelos pobres, e incluso el frío. Estas plantas han desarrollado modificaciones en sus estructuras que les permiten almacenar agua, además de la reducción o ausencia de hojas, la presencia de superficies cerosas, y la capacidad de abrir sus estomas durante la noche para absorber dióxido de carbono. Esto les facilita la supervivencia en ambientes muy rigurosos. Las plantas que poseen estas características son conocidas como xerófitas o suculentas (Lüders y McMahon, 2006).

2.2.5. Metabolismo de plantas CAM.

Las plantas CAM (Metabolismo Ácido de las Crasuláceas) tienen un proceso particular de fijación de CO2 que ocurre durante la noche, almacenando carbono y luego utilizándolo durante el día en la fotosíntesis a través del ciclo C-3. Durante la noche, el almidón actúa como

fuente de PEP, que se forma durante el día. Esto genera una relación inversa entre el contenido de almidón y los niveles de acidez en las plantas CAM. Gracias a este mecanismo, estas plantas pueden sobrevivir en condiciones extremadamente secas, manteniendo sus estomas cerrados durante el día para evitar la pérdida de agua (Lira, 2013).

Las plantas CAM presentan dos características clave: en primer lugar, el control estomático está directamente relacionado con el metabolismo fotosintético, lo que implica que los estomas se abren por la noche y permanecen cerrados durante el día. En segundo lugar, existe una estrecha interrelación entre aspectos del metabolismo celular, como la interconversión de almidón y ácidos, y la fotosíntesis (Lira, 2013).

2.2.6. Fenología de la pitahaya

El ciclo fenológico de la pitahaya incluye las fases de brotación floral, antesis, amarre y madurez del fruto. Se registran las fechas de cada etapa y la duración en días desde la brotación hasta la antesis (B-A), y desde la antesis hasta la maduración del fruto (A-M) (Martínez, et al., 2017).

.

2.2.6.1. Crecimiento vegetativo

El crecimiento de los tallos en condiciones naturales está estrechamente relacionado con las lluvias. En las zonas donde las estaciones de sequía y lluvia son muy marcadas, así como en aquellas con diferencias menos notables, el brote de los tallos se intensifica con la llegada de lluvias prolongadas y fuertes. No obstante, se observan brotaciones a lo largo de todo el año, principalmente en los periodos de mayor precipitación. Además, se sugiere que la duración del día también influye en el inicio de la producción. La mayor producción de frutos de pitahaya coincide con el solsticio de verano, lo que parece estar

vinculado con el número de horas de luz. Dependiendo de las características del entorno, pueden presentarse hasta tres ciclos anuales (Vargas, 2023).

2.2.6.2. Desarrollo de flores y frutos

Estos ciclos se dividen en tres fases: a) La aparición de botones florales y su evolución hasta la floración, un proceso que dura entre 10 y 31 días; b) La antesis, cuando las flores se abren únicamente por la noche, y las flores de la planta pueden abrirse durante un lapso de 3 a 5 días; y c) Desde la antesis hasta la madurez fisiológica del fruto (que comienza con el cambio de color en la cáscara), lo cual puede tomar entre 27 y 39 días. La maduración de los frutos en toda la planta puede completarse en 3 a 5 días. Las plantas que reciben demasiada sombra tienden a tener una menor producción. Si ocurre una precipitación justo después de la floración, o en uno o dos días posteriores, se reduce considerablemente la cantidad de frutos que alcanzan su desarrollo, debido a la pudrición del ovario de las flores. En el caso de Hylocereus undatus, se ha observado que las lluvias intensas pueden causar una pérdida significativa en la floración, llegando a afectar más del 80% de las flores en un periodo determinado, mientras que en condiciones óptimas, más del 80% de las flores logran producir frutos (Vargas, 2023).

2.2.7. Variedades

2.2.7.1. Pitahaya amarilla (*Selenicereus megalanthus*)

Esta variedad presenta una cáscara amarilla con espinas, tallos suculentos de color verde intenso, y espinas de tono cremoso en su parte apical. El fruto es redondo, de color amarillo en el exterior cuando está maduro, con pulpa blanca y numerosas semillas negras. El sabor es agridulce, y el peso promedio del fruto varía entre 400 y 480 gramos (López y Guido, 2016).

2.2.7.2. Pitahaya roja (*Hylocereus Ocamponis)*

En cuanto a las características morfológicas, los cladodios de H. undatus no se diferencian notablemente de otros cultivares como H. hybridum. Sin embargo, en este caso, las espinas son de color marrón claro, y la yema floral tiene una leve tonalidad rojiza. Los sépalos de las flores son verdes, y el fruto es de forma elíptica, con pulpa blanca (Méndez, et al., 2013).

2.2.8. Métodos de propagación de pitahaya

De acuerdo con López y Guido (2014), la pitahaya puede multiplicarse por dos métodos principales:

- Mediante semillas (sexual).
- Utilizando segmentos de tallo (asexual).

El uso de semillas para la propagación no es habitual debido a sus desventajas. Este método implica la creación de un semillero que necesita cuidados intensivos, presenta un crecimiento muy lento, y los frutos demoran en aparecer, además de ofrecer rendimientos bajos y presentar variabilidad genética y fenológica. No obstante, esta forma de propagación tiene un rol fundamental en los programas de mejoramiento genético de la especie (López y Guido, 2014).

Por otro lado, la propagación comercial se lleva a cabo mayormente a través de esquejes de tallo. Se recomienda seleccionar plantas que estén sanas, robustas, y con buenos atributos productivos, como frutos grandes y de alta calidad. Es importante desinfectar los esquejes utilizando insecticidas y fungicidas antes de plantarlos (López y Guido, 2014).

2.2.8.1. Materiales de propagación

Para la propagación masiva, se deben seleccionar plantas vigorosas, de las cuales se extraen esquejes de entre 25 y 30 cm de longitud. Estos esquejes deben dejarse secar

por unos ocho días antes de ser plantados en un sustrato con alto contenido de materia orgánica. Además, se recomienda que los esquejes se coloquen en una orientación similar a la que tenían en la planta madre. El uso de auxinas y micorrizas en el sustrato puede mejorar la formación de raíces (ICA, 2012).

2.2.8.2. Propagación sexual

La reproducción asexual, es decir, a través de partes vegetativas, es posible gracias a la capacidad de las células de las plantas para regenerar una nueva planta completa, dado que contienen toda la información genética necesaria. Este proceso puede llevarse a cabo mediante la formación de raíces y tallos adventicios o a través de injertos entre distintas partes vegetativas. Las estacas de tallo, raíces o incluso las hojas pueden generar tanto raíces como nuevos brotes (Montesinos et al., 2015).

El término totipotencia se refiere a la capacidad de cada célula vegetal de regenerar una planta entera, ya sea a través de estructuras adventicias o mediante cultivos in vitro (Montesinos et al., 2015).

2.2.9. Enraizadores

El crecimiento de las plantas depende de dos factores esenciales: primero, la nutrición vegetal, que asegura la disponibilidad adecuada de nutrientes esenciales en el suelo o en sistemas hidropónicos; y segundo, el control fisiológico mediante la producción natural de fitohormonas. Estas hormonas influyen en el desarrollo tanto de las raíces como de la parte aérea de las plantas. Entre las fitohormonas más relevantes destacan las auxinas, las cuales están implicadas en el proceso de elongación celular. Estas se producen en las zonas meristemáticas de los tallos y se desplazan hacia otras partes de la planta, principalmente hacia las raíces, creando un gradiente de concentración a lo largo de la planta (Vargas, 2023).

2.2.9.1. Fitohormonas

Ácido indolbutírico (IBA): Esta fitohormona de tipo auxínico, de origen sintético, desempeña un papel crucial en la regulación del crecimiento vegetal. Se caracteriza por su resistencia a la oxidación provocada por la luz, enzimas o sustancias químicas, lo que la convierte en una opción popular en agricultura (Alcarazo, 2021).

Ácido naftalenacético (ANA): Este regulador auxínico también es de origen sintético y es ampliamente utilizado en agricultura, especialmente en la producción hortofrutícola y ornamental. Se emplea principalmente para estimular el enraizamiento de esquejes y promover la floración, entre otros usos agrícolas (Alcarazo, 2021).

2.2.9.2. Ácido naftalenacético.

Para la propagación masiva, se deben seleccionar plantas vigorosas, de las cuales se extraen esquejes de entre 25 y 30 cm de longitud. Estos esquejes deben dejarse secar por unos ocho días antes de ser plantados en un sustrato con alto contenido de materia orgánica. Además, se recomienda que los esquejes se coloquen en una orientación similar a la que tenían en la planta madre. El uso de auxinas y micorrizas en el sustrato puede mejorar la formación de raíces (ICA, 2012).

2.2.9.3. Mecanismos de acción de los fitorreguladores.

Los fitorreguladores, como el ácido naftalenacético (ANA), el ácido indolbutírico (AIB) y el ROOT HOR, desempeñan un papel crucial al modificar la expresión de genes y ajustar los procesos hormonales en las plantas. Estas sustancias químicas interactúan con receptores específicos en las células vegetales, lo que resulta en la activación o inhibición de genes relacionados con el crecimiento y desarrollo, desencadenando una serie de reacciones internas (López, 2019).

CAPITULO III

METODOLOGIA.

3.1. Método de investigación.

Esta investigación experimental se diseñó para analizar relaciones de causa y efecto con la mayor precisión posible. En este tipo de estudio, se someten una o varias variables a ciertos estímulos experimentales, y los resultados obtenidos se comparan con los de grupos de control, que no son expuestos al tratamiento o estímulo, permitiendo evaluar las diferencias en los comportamientos observados.

3.2. Tipo y nivel de investigación.

El estudio se enfocó en un enfoque cuantitativo, utilizando variables numéricas y técnicas estadísticas para validar la hipótesis. Se adoptó un enfoque explicativo para comprender la relación entre variables, mediante la manipulación de variables independientes a través de un diseño experimental. El objetivo principal fue evaluar cómo distintas dosis de ácido naftalenacético afectan el enraizamiento de pitahaya amarilla *(Selenicereus megalanthus* Haw.) en condiciones de vivero en Pucallpa, todo ello bajo un entorno controlado para analizar los efectos en las variables dependientes.

3.3. Población y muestra.

3.3.1. Población.

La población del estudio consistió en 320 esquejes de pitahaya amarilla (Selenicereus megalanthus Haw.) de 30 cm de altura, distribuidos en 20 unidades experimentales. Cada unidad experimental estaba formada por 16 esquejes, colocados a una distancia de 15 cm entre sí.

3.3.2. Muestra.

La muestra fue seleccionada de manera homogénea en cada unidad experimental, eligiendo al azar 4 esquejes de pitahaya por cada una de las 20 unidades, sumando un total de 80 esquejes.

3.4. Componentes en estudio.

En este estudio se analizaron esquejes de pitahaya aplicando cuatro dosis distintas de ácido naftalenacético con el objetivo de evaluar su capacidad para enraizar. La investigación se centró en medir con exactitud el tiempo requerido para el desarrollo de raíces bajo condiciones de vivero. Por lo tanto, los esquejes y las diferentes dosis empleadas constituyeron los principales elementos de análisis.

3.5. Tratamientos en estudio.

Este estudio comprende custro tratamientos con diferentes dosis de ANA y un testigo sin aplicación de ANA. Los tratamientos que formaron parte de la investigación fueron:

Tabla 1.

Tratamientos en el estudio de enraizamiento de pitahaya

Tratamiento	Código	Descripción
1	**T1**	Sin fitorregulador (Testigo)
2	**T2**	3000 ppm de ácido naftalenacético
3	**T3**	3500 ppm de ácido naftalenacético
4	**T4**	4000 ppm de ácido naftalenacético
5	**T5**	4500 ppm de ácido naftalenacético

3.6. Diseño experimental.

El estudio fue realizado bajo un enfoque de Diseño de Experimentos Completamente Aleatorizado (DCA), lo que garantizó una distribución justa y sin sesgo de los tratamientos. Se probaron cinco dosis distintas de ANA, cada una con cuatro réplicas, para asegurar resultados consistentes y sólidos. Este diseño generó un total de 20 unidades experimentales, permitiendo un análisis detallado del efecto de las dosis de ANA en el enraizamiento de los cladodios de pitahaya.

Modelo matemático:

$Yij = \mu + Ti + Eij$

En donde:

Yij: Variable respuesta de la ij-esima unidad experimental.

μ: Efecto de la media general.

Ti: Efecto del i-esimo tratamiento.

Eij: Efecto del error experimental asociado a la i-esima experimental.

3.7. Análisis de la varianza

Los elementos de variabilidad fueron analizados utilizando el análisis de varianza (ANOVA), y la significancia estadística se evaluó a través de la prueba de comparaciones múltiples de Tukey, estableciendo un nivel de significancia de $\alpha = 0.05$ junto con los grados de libertad apropiados.

Tabla 2.

Estructura del análisis de la variancia del estudio

Fuentes de Variabilidad	Grados de libertad
Tratamiento	5 – 1 = **4**
Error	(5 - 1) (4 - 1) = **12**
Total	(5 x 4) -1 = **19**

Figura 1

Croquis de distribución de los tratamientos

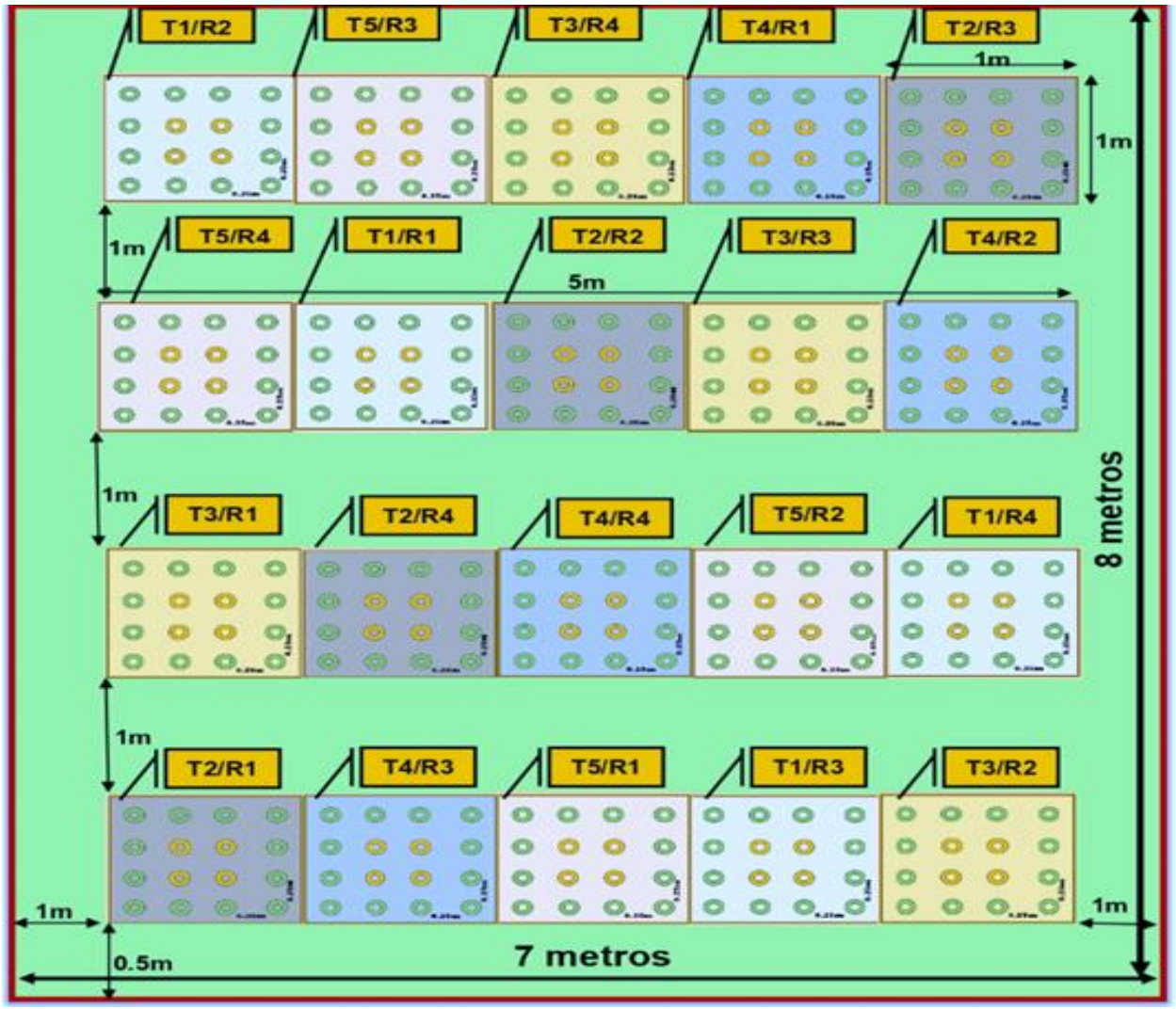


Tabla 3.

Dimensiones y cualidades del estudio

Área total del estudio (Vivero)	
Largo neto	5.00 m
Ancho neto	5.00 m
Área total	25 m^2
Número de tratamientos	5
Número de repeticiones	4
Número de plantas totales (población)	320

Área de las unidades experimental	
Largo neto	0.60 m
Ancho neto	0.45 m
Área total	0.27 m^2
Número de unidades experimentales (U/E)	20
N° de plantas/UE	16
N° de plantas netas	4
Distanciamiento entre planta	0.15 m

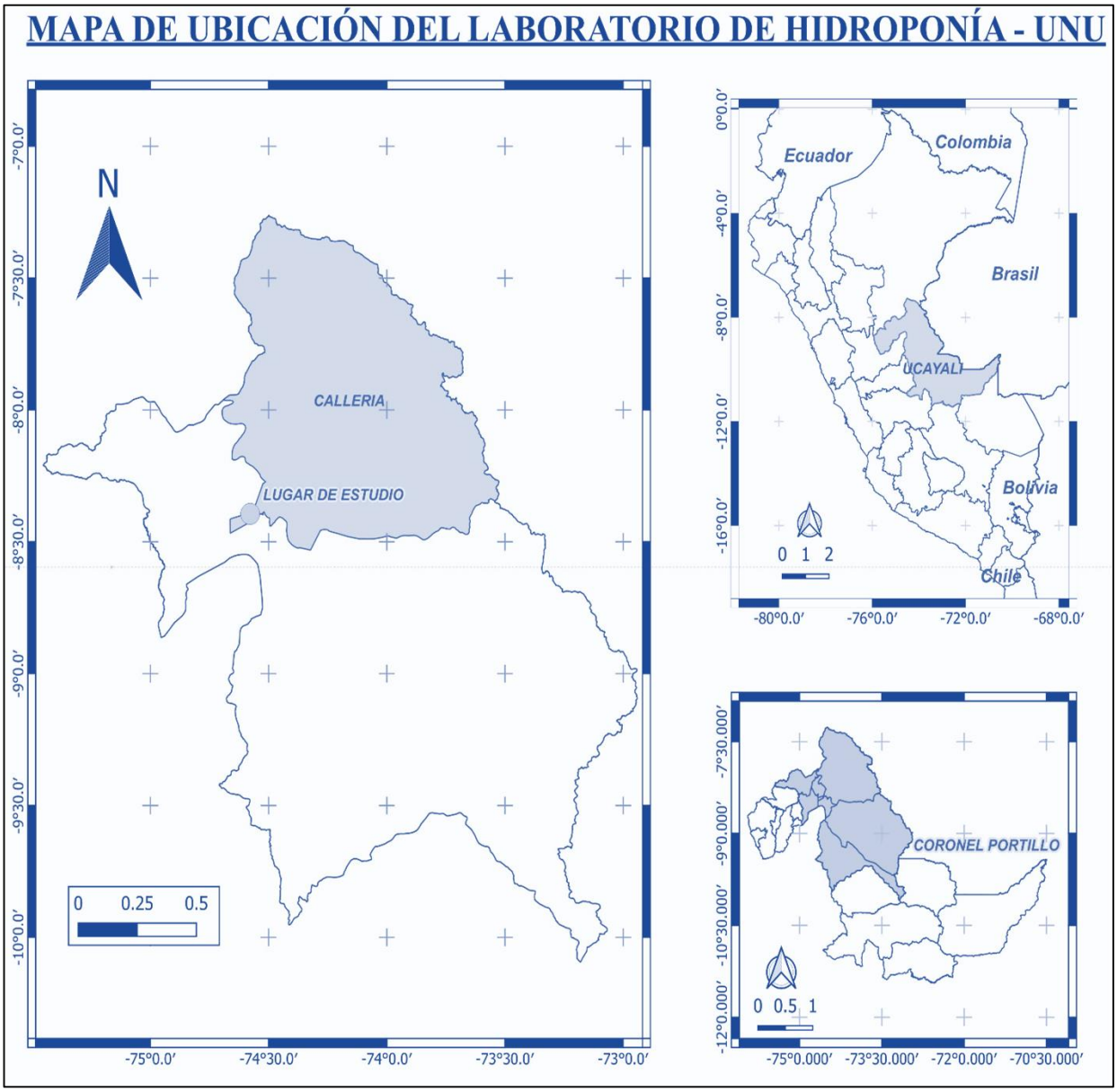
3.8. Ejecución del experimento.

3.8.1. Ubicación y duración del estudio.

El estudio se realizó en el laboratorio de hidroponía de la Universidad Nacional de Ucayali, el cual se encuentra ubicado en el distrito de Callería, provincia de Coronel Portillo, zona de Ucayali. A una altura de 156 metros sobre el nivel del mar, el laboratorio se encuentra en la carretera Federico Basadre Km 6.200, con las coordenadas geográficas de latitud sur 08º23'40« y longitud oeste 74°34'40” (Figura 2).

Figura 2

Ubicación del área de estudio en el laboratorio de hidroponía de la UNU.



3.8.2. Condiciones ecológicas y climáticas.

El estudio se llevó a cabo entre enero, febrero y marzo del 2024, periodo durante el cual el clima en el distrito de Callería se presenta típicamente cálido y húmedo, con una temperatura media anual de 26.9 ºC. Según los datos recopilados, las fluctuaciones en la temperatura a lo largo del año son relativamente bajas, con máximos que rondan los 30.5 ºC y mínimos que no bajan de 17.4 ºC. Los meses que exhiben la mayor radiación solar son julio, agosto y septiembre. En cuanto a la precipitación, el autor reporta un promedio anual de 1773 mm, fundamentado en un análisis de datos obtenidos durante un periodo de 25 años, destacando una notable estación seca en junio, julio y agosto (Aybar et al., 2017).

Tabla 4.

Datos climatológicos durante los meses de estudio

Parámetros evaluados	Periodo del estudio		
	Enero	**Febrero**	**Marzo**
Temperatura Máxima	35 °C	35.4°C	36°C
Temperatura mínima	22°C	22.8°C	23°C
Humedad relativa	86%	87%	86%
Precipitación (mm)	145.2	114.6	171
Horas luz	11.40	11.37	11.32
Viento (km/h)	3.2	3.0	3.4
Días de lluvia	8	6	9

Fuente: Estación meteorológica de la Universidad Nacional De Ucayali

3.8.3. Proceso experimental.

3.8.3.1. Implementación y construcción de la cámara de subirrigación.

Se seleccionó cuidadosamente el área para la construcción del vivero, considerando el fácil acceso al agua, las condiciones geográficas del suelo y la disponibilidad

de una mayor cantidad de horas de luz solar. Posteriormente, se procedió con la construcción e implementación del vivero, que tenía dimensiones de 5 metros de ancho por 5 metros de largo, con una altura de 1.8 metros. Se revistió con malla raschel de color verde, la cual permitía el paso del 70 % de la luminosidad.

3.8.3.2. Preparación del sustrato

Los sustratos empleados en este experimento fueron cuidadosamente seleccionados teniendo en cuenta su abundancia en la zona de estudio. Se priorizó la elección de materiales que fueran fácilmente encontrados en la misma ciudad donde se desarrolló la investigación, garantizando así su disponibilidad y facilitando su adquisición para llevar a cabo el estudio de manera efectiva. Esta consideración estratégica no solo aseguró la viabilidad logística del proyecto, sino que también permitió utilizar recursos locales, promoviendo así la sostenibilidad y la integración con el entorno, con el fin de buscar una alternativa que aumentara el porcentaje de éxito en el enraizamiento de los cladodios (esquejes) de pitahaya. La mezcla se compuso de tierra agrícola, arena y cascarilla de arroz, en proporciones equilibradas (1:1:1) para garantizar un buen drenaje y retención de humedad. Cada componente fue tamizado para eliminar impurezas antes de ser mezclado y embolsado.

3.8.3.3. Desinfección del sustrato

Los sustratos fueron desinfectados mediante el método de solarización. Se utilizó plástico negro de polietileno de calibre 300 para aumentar la temperatura y eliminar los patógenos presentes en los sustratos. Después de tres semanas, se retiró el plástico.

3.8.3.4. Llenado de las bolsas

Una vez listo el sustrato, se llenaron 320 bolsas de 7x15 pulgadas, cubriendo dos terceras partes de su capacidad. El espacio restante se completó al momento de colocar los cladodios

3.8.3.5. Adquisición y preparación de los cladodios.

Los cladodios de pitahaya amarilla se extrajeron de las plantas más vigorosas de una finca ubicada en el distrito de Cuispes, provincia de Bongará, región Amazonas. Estas plantas madre, con una edad de producción de 8 años, fueron seleccionadas cuidadosamente, asegurándose de que estuvieran libres de plagas y enfermedades, y que tuvieran buenas condiciones sanitarias. Además, se eligieron cladodios de la parte media de las plantas, evitando aquellos que presentaran brotes de floración o fructificación.

Los cladodios se cortaron usando un machete limpio y bien afilado, el cual se desinfectó previamente con hipoclorito de sodio antes de los cortes. Después de realizar el corte, se aplicó una solución de hipoclorito de sodio al 5% en las áreas cortadas de los cladodios para desinfectar la herida de la planta madre y la base del cladodio, los cortes fueron de 30 cm de longitud.

3.8.3.6. Aplicación de las dosis de ANA

Una vez que los cladodios preparados y desinfectados fueron transportados al lugar de aplicación de los tratamientos, donde se tenía preparado las concentraciones de 3000, 3500, 4000 y 4500 ppm de ácido naftalenacético, disueltas en una solución de alcohol al 96%. En las soluciones con ANA se sumergieron la base de los cladodios a una profundidad aproximada de 3 cm durante 5 segundos. Luego se procedió con siembra de los esquejes en las respectivas bolsas de polietileno con sustrato.

3.8.3.7. Siembra de los cladodios

Se llevó a cabo la siembra de los cladodios de forma individual en cada una de las bolsas, teniendo en cuenta la posisión con los areolos y las espinas hacia abajo.

3.8.3.8. Control de malezas

Transcurridos 15 días desde la siembra de los cladodios en las bolsas, se realizó una limpieza manual para retirar las malezas tanto en los espacios entre las filas como

dentro de las bolsas que contenían sustrato. Esta acción tuvo como objetivo mantener un ambiente limpio y desprovisto de malezas, lo que contribuye al crecimiento saludable de los cladodios de pitahaya y previene la competencia por nutrientes, agua y luz.

3.8.3.9. Riego

Se suministro agua predia a la siembra y durante el el proceso de enraizamiento todas las tardes con una regadera hasta dejar suficientemente húmeda los sustratos de las bolsas y según las condiciones climatológicas.

3.8.3.10. Evaluación y toma de datos.

Al transcurrir 90 días desde la siembra, se realizó una evaluación que abarcó la determinación del porcentaje de estacas que habían logrado enraizar, el conteo de los brotes, y las mediciones de la longitud tanto de los brotes como de las raíces, además del pesaje de estas últimas.

3.8.4. Variables evaluadas.

3.8.4.1. Porcentaje de enraizamiento.

A los 90 días después de la siembra, se llevó a cabo un registro del número de cladodios que habían emitido raíces. Esta evaluación permitió determinar el porcentaje de enraizamiento, es decir, la proporción de cladodios que lograron desarrollar raíces con éxito en relación con el total de cladodios sembrados inicialmente, empleando la siguiente formula.

$$PE(\%) = \frac{Número\ de\ esquejes\ con\ raíz}{Total\ deesquejes\ sembrados}\ x\ 100$$

3.8.4.2. Crecimiento radicular

A los 90 días después de la siembra, se llevó a cabo un registro del número de cladodios que habían emitido raíces. Esta evaluación permitió determinar el porcentaje de

enraizamiento, es decir, la proporción de cladodios que lograron desarrollar raíces con éxito en relación con el total de cladodios sembrados inicialmente, empleando la siguiente formula.

a. Número de raíces.

La determinación de este parámetro consistió en contar el número de raíces por esqueje, por cada unidad experimental. El resultado fue el promedio de cuatro esquejes tomadas al azar, a los 90 días de ser tratadas y plantadas.

b. Longitud de raíce.

La determinación de este parámetro consistió en medir la raíz de mayor longitud en cm de cada esqueje. El resultado fue el promedio de cuatro esquejes tomadas al azar, a los 90 días de ser tratadas y plantada.

a. Volumen de raíz.

La determinación de este parámetro consistió en medir el volumen de las raíces cm3 de cada esqueje. El resultado fue el promedio de cuatro esquejes tomadas al azar, a los 90 días de ser tratadas y plantadas.

3.8.4.3. Crecimiento vegetativo

a. Número de brotes

La determinación de este parámetro consistió en contar el número de brotes por cada esqueje. El resultado fue el promedio de cuatro esquejes tomadas al azar, a los 90 días de ser tratadas y plantadas.

b. Longitud de brotes

La determinación de este parámetro consistió en medir el brote de mayor longitud en cm de cada esqueje. El resultado fue el promedio de cuatro esquejes tomadas al azar, a los 90 días de ser tratadas y plantadas.

c. Porcentaje de cladodios con brotes

La determinación de este parámetro consistió en contar los cladiodos con brote. El resultado fue el promedio de cuatro esquejes tomadas al azar, a los 90 días de ser tratadas y plantadas.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

En el presente trabajo para determinar el efecto de cuatro dosis de ácido naftalenacético (ANA) en el enraizamiento de pitahaya (Selenicereus megalanthus Haw.) bajo condiciones de vivero en Pucallpa. T1 Sin ácido naftalenacético (testigo), T2 (3000 ppm de ácido naftalenacético, T3 (3500 ppm de ácido naftalenacético), T4 (4000 ppm de ácido naftalenacético) y T5 (4500 ppm de ácido naftalenacético), los resultados fueron los siguientes

4.1. Porcentaje de enraizamiento.

Al concluir el estudio de 3 meses (90 días), se realizó la medición del porcentaje de éxito en la propagación de los cladodios de pitahaya. El análisis de varianza para el porcentaje de enraizamiento de los cladodios de pitahaya reveló diferencias significativas entre los tratamientos evaluados (ver Tabla 5) para identificar posibles diferencias significativas entre los tratamientos aplicados, utilizando la prueba de Tukey (α=0.05).

Tabla 5.

Análisis de varianza para el porcentaje de enraizamiento.

Origen	Suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	84.950[a]	4	21.237	2.001	.146
Intersección	167170.613	1	167170.613	15752.237	.000
Tratamiento	84.950	4	21.238	2.001	.146
Error	159.188	15	10.613		
Total	167414.750	20			
Total, corregido	244.138	19			

CV=3 .92 %

$R^{2 =}$ 0.82

Los resultados indican que al menos uno de los tratamientos con distintas dosis de ANA logró un porcentaje significativamente mayor de prendimiento durante el estudio. Este hallazgo resalta la importancia de seleccionar la dosis correcta para maximizar el éxito de la propagación de los cladodios. Además, se registró un coeficiente de variabilidad del 3.92%, lo que refleja una destacada consistencia en los resultados experimentales, con un coeficiente de determinación (R^2) de 0.82 que respalda la robustez de los datos obtenidos.

Tabla 6.

Prueba de significancia de Tukey (α=0.05) para el porcentaje de enraizamiento.

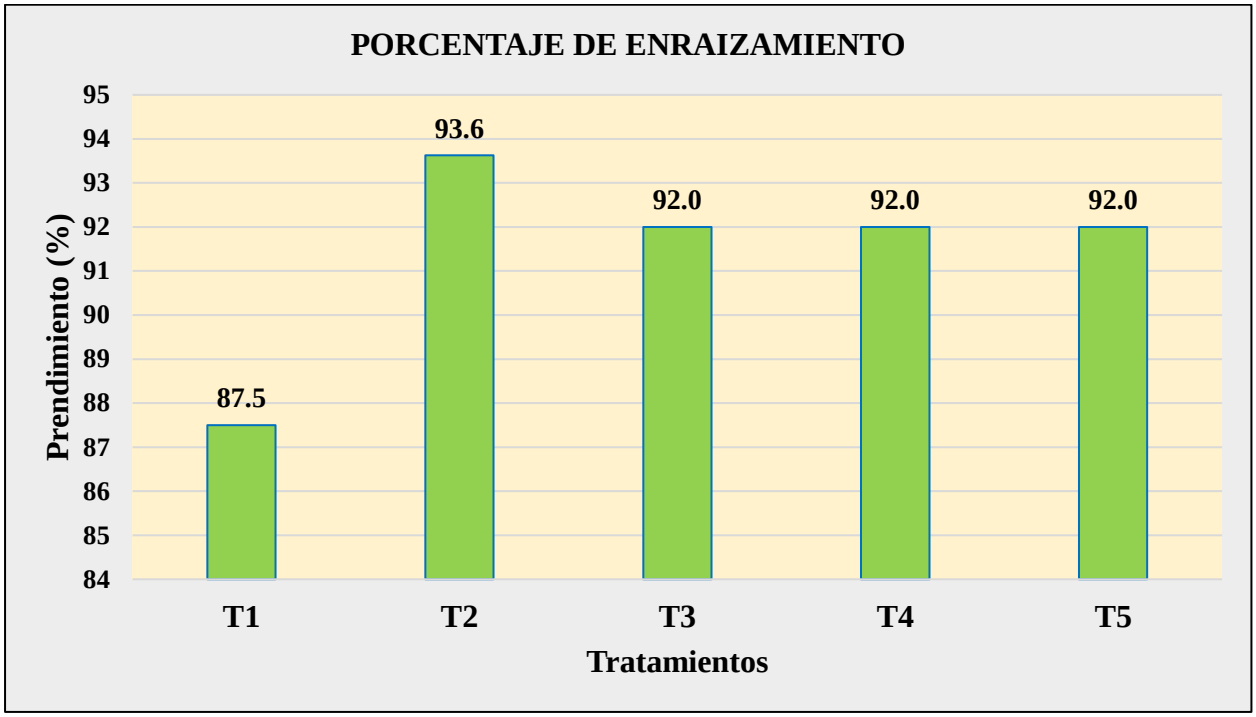
Tratamiento	Descripción	Subconjunto
		1
T2	ANA a 3000 ppm	93.6 [a]
T3	ANA a 3500 ppm	92.0 [a]
T4	ANA a 4000 ppm	92.0 [a]
T5	ANA a 4500 ppm	92.0 [a]
T1	Testigo (Sin fitorregulador)	87.5 [a]
Sig.		0.109

La Tabla 6 y la Figura 3 muestran los resultados de la prueba de Tukey (α=0.05) para el porcentaje de prendimiento de los cladodios de pitahaya. El tratamiento T2, que aplicó ANA a una dosis de 3000 ppm, logró el mayor porcentaje de enraizamiento con un promedio de 93.6%, destacándose ligeramente sobre los demás tratamientos. Sin embargo, no se observaron diferencias estadísticamente significativas entre el T2 y los tratamientos T3, T4, y T5, que también alcanzaron altos porcentajes de prendimiento de 92.0% cada uno. El tratamiento T1, sin fitorregulador, obtuvo el porcentaje más bajo con 87.5%, siendo significativamente inferior en comparación con los otros tratamientos. Esto sugiere que, aunque el uso de ANA a 3000 ppm mostró un porcentaje de prendimiento superior, las diferencias entre este tratamiento y los

tratamientos con ANA a 3500 ppm, 4000 ppm, y 4500 ppm no fueron estadísticamente significativas.

Figura 3

Promedio del porcentaje de enraizamiento de cladodios a los 90 días.



4.2. Evaluación del crecimiento radicular

4.2.1. Número de raíces

La evaluación de la cantidad de raíces producidas por los cladodios de pitahaya se llevó a cabo al concluir el experimento, a los 3 meses (90 días). Los datos recopilados en campo permitieron realizar un análisis de varianza (Tabla 7) y establecer si había diferencias significativas entre los tratamientos mediante la prueba de Tukey (α=0.05), para una comparación más precisa entre los tratamientos.

Tabla 7.

Análisis de varianza para número de raíces.

Origen	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	8.133[a]	4	2.033	66.709	.000
Intersección	1827.107	1	1827.107	59944.465	.000
Tratamiento	8.133	4	2.033	66.709	.000
Error	.457	15	.030		
Total	1835.70	20			
Total, corregido	8.590	19			

CV= 7.03%

R^2 = 0.9333

El análisis de varianza para el número de raíces reveló diferencias significativas entre los tratamientos evaluados, indicando que al menos una de las dosis de ANA utilizadas en la propagación de pitahaya resultó en un mayor número de raíces durante el estudio. Esto subraya la importancia de seleccionar cuidadosamente la dosis adecuada para optimizar el crecimiento radicular en la propagación de esta planta. Además, se obtuvo un coeficiente de variabilidad del 7.03%, lo que demuestra una notable consistencia en los resultados experimentales, respaldada por un coeficiente de determinación (R^2) de 0.933.

Tabla 8.

Prueba de significancia de Tukey (α=0.05) para número de raíces

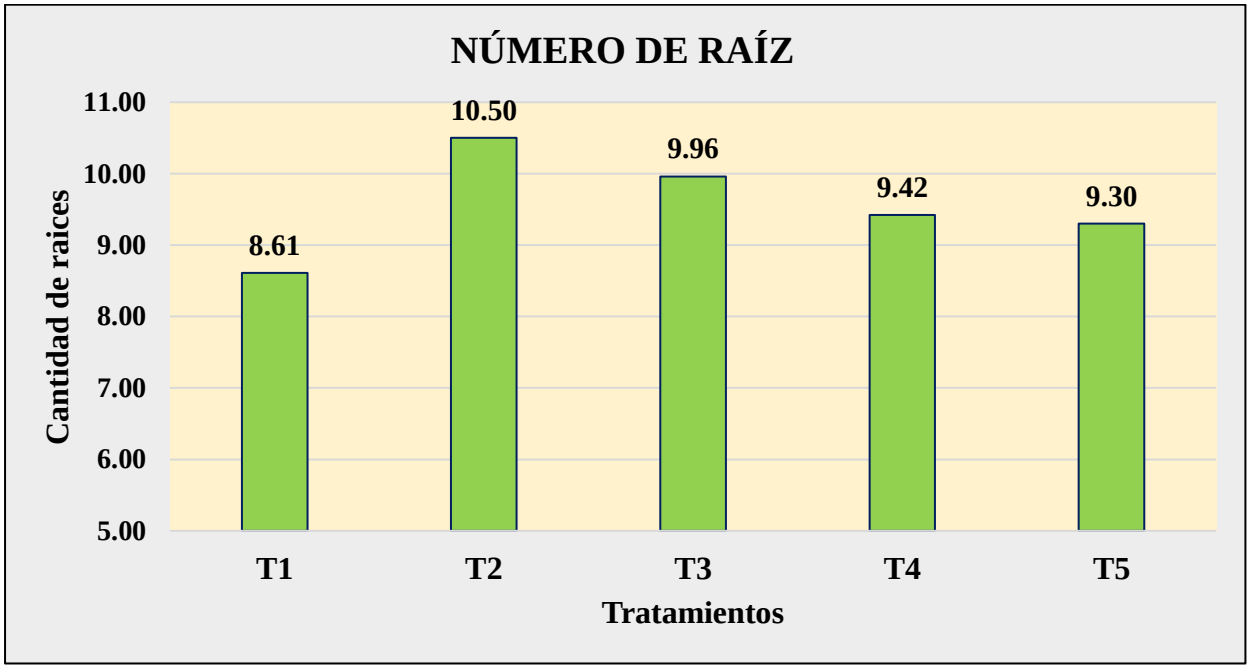
Tratamiento	Descripción	Subconjunto			
		1	2	3	4
T2	ANA a 3000 ppm	10.50 [a]			
T3	ANA a 3500 ppm		9.96 [b]		
T4	ANA a 4000 ppm			9.42 [c]	
T5	ANA a 4500 ppm			9.30 [c]	
T1	Testigo (Sin fitorregulador)				8.61 [d]

Sig.	1.000	1.00	0.86	1.00

La Tabla 8 y figura 4, muestran los resultados de la prueba de Tukey (α=0.05) para el número de raíces emitidas en los cladodios de pitahaya. El tratamiento T2, que utilizó ANA a una dosis de 3000 ppm, mostró el mayor número promedio de raíces con 10.50, destacándose sobre los demás tratamientos. Los tratamientos T5 y T4, que incluyeron una dosis de 4500 y 4000 ppm, mostraron valores similares de 9.30 y 9.42 raíces, respectivamente. El tratamiento T1, sin dosis de fitorregulador, obtuvo el menor promedio con 8.16 raíces, destacándose significativamente por su inferior rendimiento en comparación con los otros tratamientos. Esto indica que el uso de ANA a una dosis de 3000 ppm favorece un mayor desarrollo radicular en los cladodios de pitahaya.

Figura 4

Promedio de número de raíces a los 90 días.



4.2.2. Longitud de raíz (cm).

La medición de la longitud de las raíces producidas por los cladodios de pitahaya se llevó a cabo al concluir el experimento, a los 3 meses (90 días). Los datos recolectados en

campo permitieron realizar un análisis de varianza (Tabla 9) y determinar si existían diferencias significativas entre los tratamientos utilizando la prueba de Tukey (α=0.05).

Tabla 9.

Análisis de varianza para longitud de raíz

Origen	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	78.511[a]	4	19.628	31.781	.000
Intersección	13365.019	1	13365.019	21640.316	.000
Tratamiento	78.511	4	19.628	31.781	.000
Error	9.264	15	.618		
Total	13452.793	20			
Total, corregido	87.774	19			

CV= 8.31 %

R^2 = 0.87

El análisis de varianza para la longitud de raíz reveló diferencias significativas entre los tratamientos evaluados, demostrando que al menos una de las dosis de ANA utilizadas en la propagación de pitahaya resultó en una mayor longitud de raíz durante el estudio. Este resultado destaca la importancia de seleccionar la dosis adecuada para optimizar el crecimiento de las raíces en la propagación de esta planta. Además, se registró un coeficiente de variabilidad del 8.31%, lo que indica una notable consistencia en los resultados experimentales, respaldado por un coeficiente de determinación (R^2) de 0.86.

Tabla 10.

Prueba de significancia de Tukey (α=0.05) para longitud de raíz.

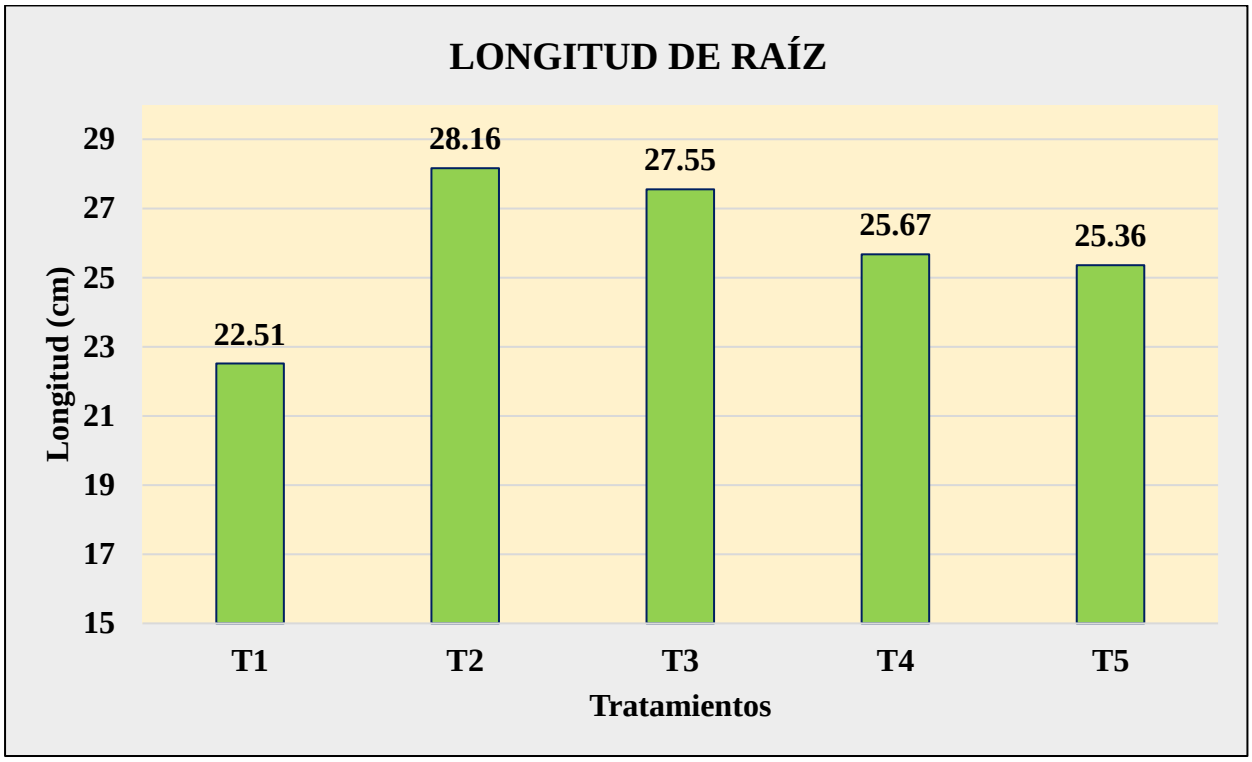
Tratamiento	Descripción	Subconjunto		
		1	2	3

T2	ANA a 3000 ppm	28.16 [a]		
T3	ANA a 3500 ppm	27.55 a		
T4	ANA a 4000 ppm		25.67 [b]	
T5	ANA a 4500 ppm		25.35 [b]	
T1	Testigo (Sin fitorregulador)			22.51 [c]
Sig.		.805	.977	1.00

La Tabla 10 y la Figura 5 muestran los resultados de la prueba de Tukey (α=0.05) para la longitud de raíces emitidas en los cladodios de pitahaya. El tratamiento T2, que utilizó ANA a una dosis de 3000 ppm, mostró la mayor longitud promedio de raíces con 28.16 cm, destacándose sobre los demás tratamientos. Los tratamientos T5 y T4, que incluyeron dosis de 4500 y 4000 ppm, mostraron valores similares de 25.35 cm y 25.67 cm, respectivamente. El tratamiento T1, sin dosis de fitorregulador, obtuvo el menor promedio con 22.51 cm, destacándose significativamente por su inferior rendimiento en comparación con los otros tratamientos. Esto indica que el uso de ANA a una dosis de 3000 ppm favorece un mayor desarrollo radicular en los cladodios de pitahaya, aunque no se encontró diferencia significativa entre T2 y T3, que obtuvo 27.55 cm.

Figura 5

Promedio de longitud de raíz a los 90 días.



4.2.3. Volumen de raíces (cm^3).

La evaluación del volumen de raíz de los cladodios de pitahaya se realizó al finalizar el estudio a los 3 meses (90 días). Los datos obtenidos en campo nos permitieron realizar un análisis de variancia (Tabla 11) y determinar si hay diferencia significativa entre los tratamientos en estudio mediante la prueba de Tukey (α=0.05).

Tabla 11.

Análisis de varianza para volumen de raíces.

Origen	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	3.811a	4	.953	60.982	.000
Intersección	609.546	1	609.546	39017.447	.000
Tratamiento	3.811	4	.953	60.982	.000

Error	.234	15	.016
Total	613.591	20	
Total, corregido	4.045	19	

CV= 8.36 %

R^2 = 0.893

El análisis de varianza para el volumen de raíz reveló diferencias significativas entre los tratamientos evaluados, demostrando que al menos una de las dosis de ANA utilizadas en la propagación de pitahaya resultó en un mayor volumen de raíz durante el estudio. Este resultado destaca la importancia de seleccionar la dosis adecuada para optimizar el desarrollo del volumen radicular en la propagación de esta planta. Además, se registró un coeficiente de variabilidad del 8.36%, lo que indica una notable consistencia en los resultados experimentales, respaldado por un coeficiente de determinación (R^2) de 0.93.

Tabla 12.

Prueba de significancia de Tukey (α=0.05) para volumen de raíces.

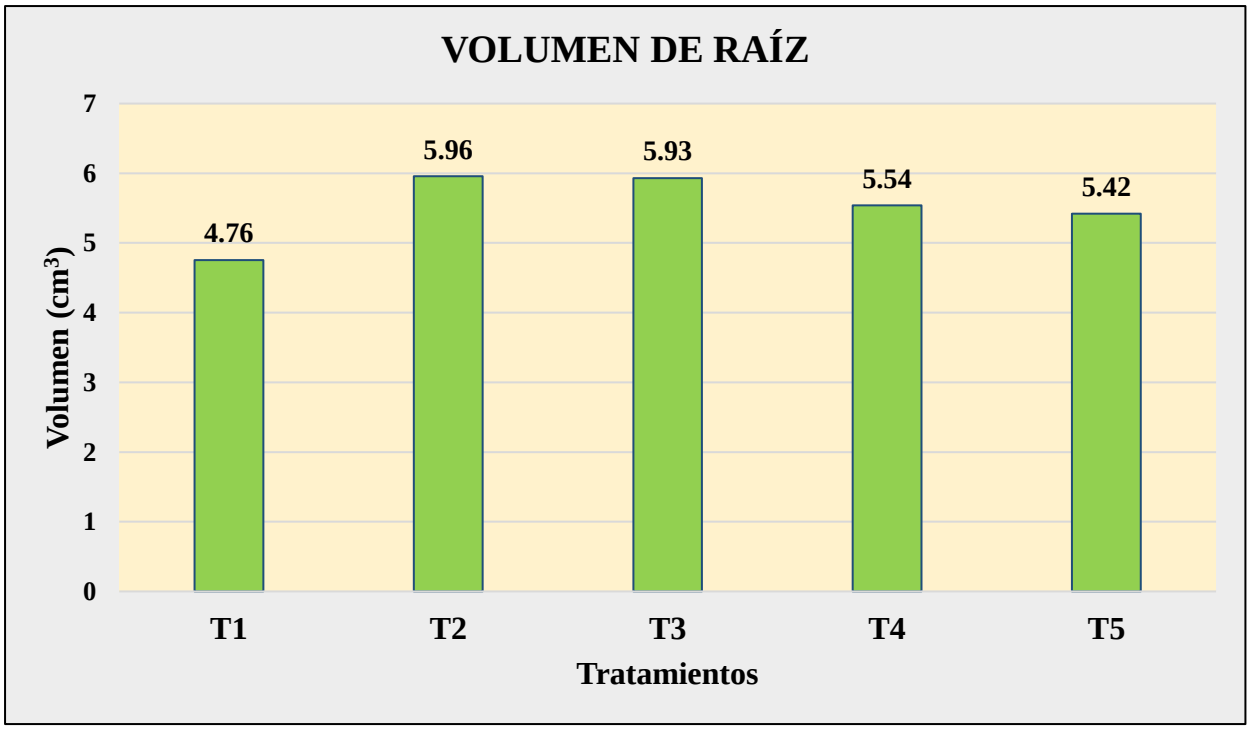
Tratamiento	**Descripción**	**Subconjunto**		
		1	2	3
T2	ANA a 3000 ppm	5.96 [a]		
T3	ANA a 3500 ppm	5.93 [a]		
T4	ANA a 4000 ppm		5.538 [b]	
T5	ANA a 4500 ppm		5.422 [b]	
T1	Testigo (Sin fitorregulador)			4.76 [c]
Sig.		.998	.690	1.00

La Tabla 12 y la Figura 6 presentan los resultados de la prueba de Tukey (α=0.05) para el volumen de raíces emitidas en los cladodios de pitahaya. El tratamiento T2, que utilizó ANA a una dosis de 3000 ppm, mostró el mayor volumen promedio de raíces con 5.96 cm^3,

destacándose sobre los demás tratamientos. Sin embargo, no se observó una diferencia significativa con el tratamiento T3, que obtuvo un volumen promedio de 5.93 cm^3. Los tratamientos T5 y T4, con dosis de 4500 y 4000 ppm respectivamente, mostraron volúmenes similares de 5.422 cm^3 y 5.538 cm^3, sin una diferencia significativa entre ellos. El tratamiento T1, sin dosis de fitorregulador, obtuvo el menor volumen promedio con 4.76 cm^3, destacándose significativamente por su menor rendimiento en comparación con los otros tratamientos. Esto indica que el uso de ANA a una dosis de 3000 ppm favorece un mayor desarrollo del volumen radicular en los cladodios de pitahaya, aunque no se encontró diferencia significativa entre T2 y T3.

Figura 6

Promedio de volumen de raíz a los 90 días.



4.3. Evaluación de crecimiento vegetativo

4.3.1. Número de brotes.

La evaluación del número de brotes de los cladodios de pitahaya se realizó al finalizar el estudio a los 3 meses (90 días). Los datos obtenidos en campo nos permitieron realizar un análisis de variancia (Tabla 13) y determinar si hay diferencia significativa entre los tratamientos en estudio mediante la prueba de Tukey (α=0.05).

Tabla 13.

análisis de varianza para número de brotes.

Origen	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	.350a	4	.087	6.186	.004
Intersección	213.531	1	213.531	15117.248	.000
Tratamiento	.350	4	.087	6.186	.004
Error	.212	15	.014		
Total	214.093	20			
Total, corregido	.561	19			

CV= 5.26 %

R^2 = 0.824

El análisis de varianza para el número de brotes reveló diferencias significativas entre los tratamientos evaluados, demostrando que al menos una de las dosis de ANA utilizadas en la propagación de pitahaya resultó en un mayor número de brotes durante el estudio. Este resultado subraya la importancia de seleccionar la dosis adecuada para optimizar el desarrollo de brotes en la propagación de esta planta. Además, se registró un coeficiente de variabilidad del 5.26%, lo que indica una notable consistencia en los resultados experimentales, respaldado por un coeficiente de determinación (R^2) de 0.824.

Tabla 14.

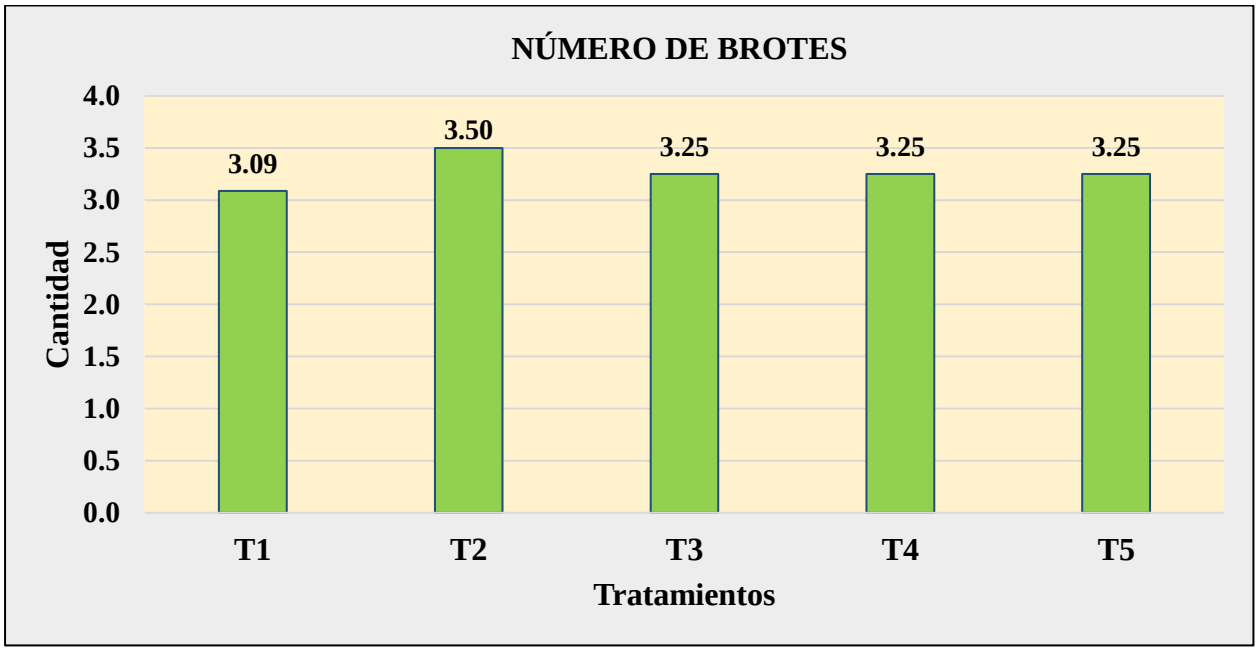
Prueba de significancia de Tukey (α=0.05) para número de brotes.

Tratamiento	Descripción	Subconjunto	
		1	2
T2	ANA a 3000 ppm	3.50 [a]	
T2	ANA a 3000 ppm	3.25 [a]	3.25 [ab]
T4	ANA a 4000 ppm	3.25 [a]	3.25 [ab]
T5	ANA a 4500 ppm	3.25 [a]	3.25 [ab]
T1	Testigo (Sin fitorregulador)		3.09 [b]
Sig.		.343	.062

La Tabla 14 y la Figura 7 muestran los resultados de la prueba de Tukey (α=0.05) para el número de brotes emitidos en los cladodios de pitahaya. El tratamiento T2, que utilizó ANA a una dosis de 3000 ppm, presentó el mayor número promedio de brotes con 3.50, destacándose sobre los demás tratamientos. Sin embargo, este tratamiento no mostró una diferencia significativa en comparación con el tratamiento T3, que obtuvo un promedio de 3.25 brotes, ni con los tratamientos T4 y T5, que también registraron un promedio de 3.25 brotes. El tratamiento T1, sin dosis de fitorregulador, obtuvo el menor número promedio de brotes con 3.09, siendo significativamente inferior en comparación con los otros tratamientos. Esto sugiere que el uso de ANA a una dosis de 3000 ppm promueve un mayor desarrollo en el número de brotes en los cladodios de pitahaya, aunque no se encontró una diferencia significativa entre T2 y los tratamientos T3, T4 y T5.

Figura 7

Promedio de número de brotes a los 90 días.



4.3.2. Longitud de brotes (cm).

La medición de la longitud de los brotes en los cladodios de pitahaya se llevó a cabo al concluir el estudio, tras un período de 3 meses (90 días). Los datos recolectados en el campo permitieron realizar un análisis de varianza (ver Tabla 15) para evaluar si existían diferencias significativas entre los tratamientos investigados, utilizando la prueba de Tukey (α=0.05).

Tabla 15.

Análisis de varianza para longitud de brotes.

Origen	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	187.942a	4	46.985	165.971	.000
Intersección	44812.991	1	44812.991	158296.654	.000
Tratamiento	187.942	4	46.985	165.971	.000
Error	4.246	15	.283		
Total	45005.180	20			
Total, corregido	192.188	19			

CV= 6.71%

R^2 = 0.97

El análisis de varianza para la longitud de los brotes reveló diferencias significativas entre los tratamientos evaluados, indicando que al menos una de las dosis de ANA empleadas en la propagación de pitahaya resultó en una longitud de brotes significativamente mayor durante el estudio. Este hallazgo destaca la importancia de elegir la dosis óptima para mejorar el desarrollo de los brotes en la propagación de esta planta. Además, se registró un coeficiente de variabilidad del 6.71, lo que refleja una notable consistencia en los resultados experimentales, respaldado por un coeficiente de determinación (R^2) de 0.97.

Tabla 16.

Prueba de significancia de Tukey (α=0.05) para longitud de brotes.

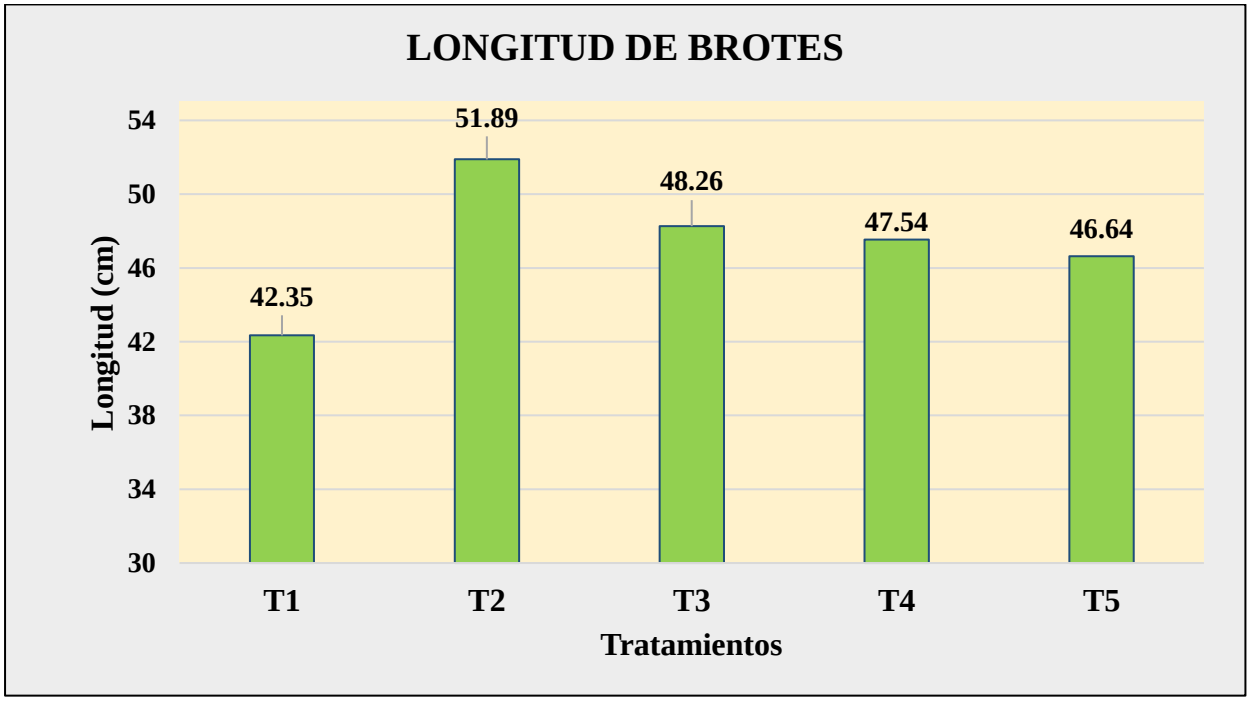
Tratamiento	Descripción	Subconjunto			
		1	2	3	4
T2	ANA a 3000 ppm	51.89 [a]			
T3	ANA a 3500 ppm		48.26 [b]		
T4	ANA a 4000 ppm		47.54 [b]	47.54 [bc]	
T5	ANA a 4500 ppm			46.64 [c]	
T1	Testigo (Sin fitorregulador)				42.35 [d]
Sig.		1.00	0.35	0.17	1.00

La Tabla 16 y la Figura 8 presentan los resultados de la prueba de Tukey (α=0.05) para la longitud de los brotes en los cladodios de pitahaya. El tratamiento T2, que utilizó ANA a una dosis de 3000 ppm, mostró la mayor longitud promedio de brotes con 51.89 cm, destacándose significativamente sobre los demás tratamientos. Sin embargo, este tratamiento no mostró una diferencia estadística en comparación con el tratamiento T3, que obtuvo una

longitud promedio de 48.26 cm, ni con el tratamiento T4, que registró una longitud promedio de 47.54 cm. Los tratamientos T5, con una dosis de 4500 ppm, y T4 no presentaron diferencias significativas entre sí, con longitudes promedio de 46.64 cm y 47.54 cm, respectivamente. El tratamiento T1, sin dosis de fitorregulador, obtuvo la menor longitud promedio de brotes con 42.35 cm, siendo significativamente inferior en comparación con los otros tratamientos. Esto indica que el uso de ANA a una dosis de 3000 ppm favorece el mayor desarrollo en la longitud de los brotes en los cladodios de pitahaya, aunque no se encontró una diferencia significativa entre T2 y T3, ni entre T4 y T5.

Figura 8

Promedio de longitud de brotes a los 45 días.



4.3.3. Porcentaje de sobrevivencia (cm).

La medición del porcentaje de cladodios de pitahaya que desarrollaron brotes se llevó a cabo al concluir el estudio, luego de un período de 3 meses (90 días). Con base en los datos

obtenidos en campo, se efectuó un análisis de varianza (Tabla 17) para evaluar si existían diferencias significativas entre los tratamientos, utilizando la prueba de Tukey (α=0.05).

Tabla 17.

Análisis de varianza para porcentaje de cladodios con brotes.

Origen	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	255.425[a]	4	63.856	4.309	.016
Intersección	145436.513	1	145436.513	9812.978	.000
Tratamiento	255.425	4	63.856	4.309	.016
Error	222.313	15	14.821		
Total	145914.250	20			
Total, corregido	477.738	19			

CV= 5.88%

R^2 = 0.85

El análisis de varianza para el porcentaje de cladodios de pitahaya que desarrollaron brotes reveló diferencias significativas entre los tratamientos evaluados, indicando que al menos uno de los tratamientos con diferentes dosis de ANA resultó en un porcentaje significativamente mayor de brotes durante el estudio. Este resultado subraya la importancia de seleccionar la dosis adecuada para optimizar la formación de brotes en la propagación de esta planta. Además, se observó un coeficiente de variabilidad del 5.88%, lo que indica una notable consistencia en los resultados experimentales, respaldado por un coeficiente de determinación (R^2) de 0.85.

Tabla 18.

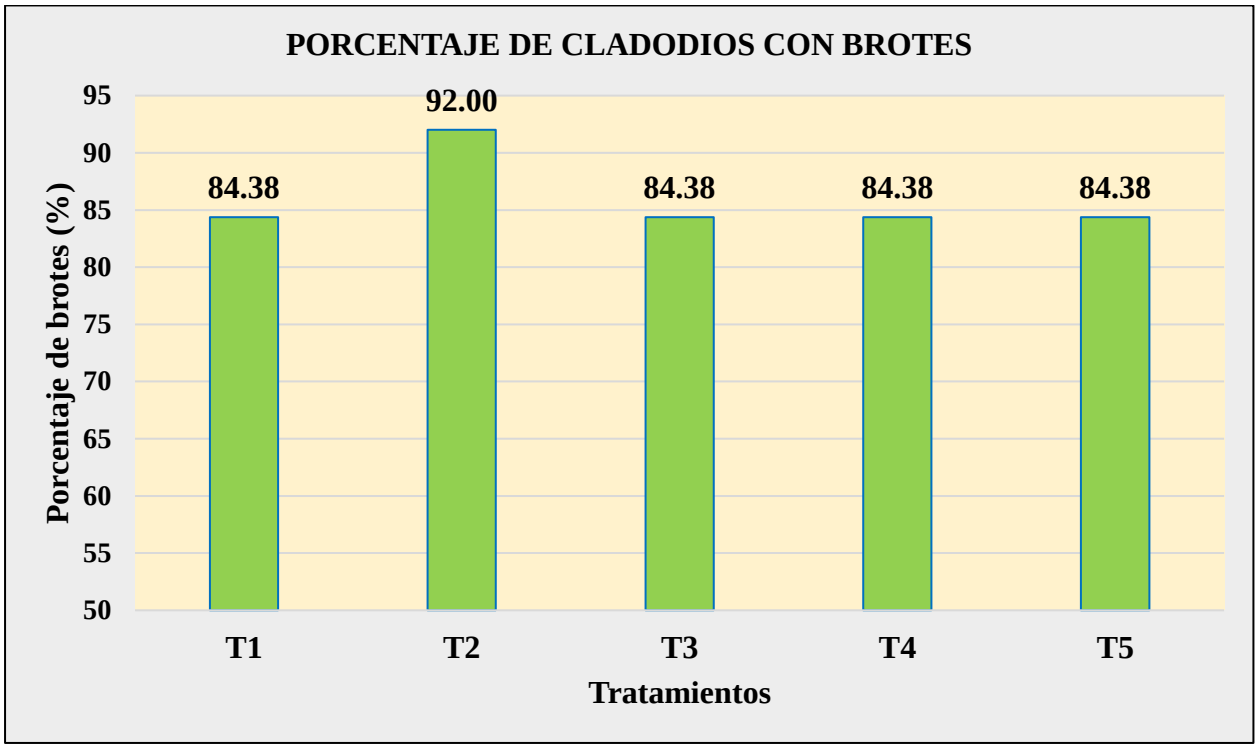
Prueba de significancia de Tukey (α=0.05) para porcentaje de cladodios con brotes

Tratamiento	Descripción	Subconjunto	
		1	2
T2	ANA a 3000 ppm	92.00 [a]	
T3	ANA a 3500 ppm	84.38 [a]	84.38 [ab]
T4	ANA a 4000 ppm	84.38 [a]	84.38 [ab]
T5	ANA a 4500 ppm	84.38 [a]	84.38 [ab]
T1	Testigo (Sin fitorregulador)		81.25 [b]
Sig.		. 085	.779

La Tabla 18 y la Figura 9 presentan los resultados de la prueba de Tukey (α=0.05) para el porcentaje de cladodios de pitahaya con brotes. El tratamiento T2, que utilizó ANA a una dosis de 3000 ppm, mostró el porcentaje más alto de brotes con un promedio de 92.00%, destacándose significativamente sobre los demás tratamientos. A pesar de este resultado, no se encontraron diferencias estadísticas entre el T2 y los tratamientos T3, T4 y T5, que presentaron porcentajes similares de 84.38% cada uno. El tratamiento T1, sin fitorregulador, obtuvo el porcentaje más bajo con 81.25%, siendo significativamente menor en comparación con el T2. Esto sugiere que el uso de ANA a una dosis de 3000 ppm promueve un mayor porcentaje de brotes en los cladodios de pitahaya, aunque no se observaron diferencias significativas entre T2 y los tratamientos T3, T4 y T5.

Figura 9

Promedio de porcentaje de cladodios con brotes a los 90 días.



CAPÍTULO V

DISCUSIÓN.

5.1. Enraizamiento

El tratamiento T2 (ANA a 3000 ppm) mostró un porcentaje de enraizamiento promedio de 99.6%, un valor destacado dentro de las condiciones evaluadas. Sin embargo, es ligeramente inferior al 100% reportado por Vilca (2022), quien empleó un sustrato compuesto por tierra agrícola y pajilla de arroz carbonizada en una proporción 3:1, junto con una dosis de 5 ml de Root Hor. La combinación de un sustrato orgánico enriquecido y un fitorregulador distinto al ANA pudo haber facilitado un ambiente óptimo para el desarrollo de raíces, lo que explica la ligera superioridad en el enraizamiento. De manera similar, Ortíz (2022) reportó también un 100% de enraizamiento al emplear ácido naftalenacético combinado con cladodios de diferentes tamaños, lo que, junto con un período de desaviado de cuatro días, parece haber maximizado las condiciones para un enraizamiento completo. La diferencia con nuestros resultados, aunque marginal, podría estar influenciada por la variabilidad en la técnica de desaviado o las características fisiológicas del material vegetal utilizado en dicho estudio.

Por otro lado, Por otro lado, los resultados obtenidos en este estudio son superiores a los reportados por Taípe (2021), quien alcanzó un promedio de 86.37% de enraizamiento al utilizar té de compost y extracto de sábila en la propagación. A pesar de la naturaleza biológica de los enraizantes empleados por Taiwán, los resultados sugieren que el uso de reguladores de crecimiento sintéticos como el ANA a concentraciones más altas puede promover un enraizamiento más eficaz, posiblemente debido a su acción hormonal directa sobre los tejidos vegetales.

De igual manera, los hallazgos superan de manera significativa los obtenidos por Vélez y Zambrano (2022), quienes reportaron solo un 17% de enraizamiento al utilizar varetas de 0.80 m en combinación con Trichotic como enraizante. La baja tasa de enraizamiento podría

deberse a la longitud excesiva de las varetas, que puede haber incrementado la demanda de recursos hídricos y energéticos para la supervivencia de los esquejes, limitando la capacidad de generar raíces. Este contraste resalta la importancia de equilibrar el tamaño del material vegetativo y la elección del enraizante para maximizar el éxito en la propagación.

Finalmente, los resultados también superan a los de Montejo (2020), quien obtuvo un 89,57% de enraizamiento utilizando una mezcla de bronce y ácido indol butírico (AIB). Aunque el AIB es un fitorregulador combinado empleado en la propagación vegetal, el rendimiento de ANA a 3000 ppm en este estudio parece haber sido más efectivo, posiblemente debido a su mayor concentración

5.2. Crecimiento radicular

5.2.1. Número de raíces

Los resultados obtenidos para la variable del número de raíces en el tratamiento T2 (ANA a 3000 ppm) mostraron un promedio de 10.5 raíces por planta, lo que revela una respuesta positiva al uso de ácido naftalenacético en concentraciones relativamente altas. Sin embargo, este valor es considerablemente menor en comparación con los reportados por Ortíz (2022), quien obtuvo 38 raíces al combinar ácido naftalenacético con cladodios de 100 cm y dos días de desaviado. El uso de cladodios más largos y un período de desaviado más corto en su estudio podría haber influido en la promoción de un mayor número de raíces, ya que los esquejes de mayor tamaño pueden tener más tejido disponible para la formación de raíces y, en combinación con la aplicación de reguladores de crecimiento, se maximiza el potencial radicular.

A pesar de no alcanzar el número de raíces observado por Ortíz, los resultados obtenidos en este estudio son significativamente superiores a los de Alcarazo (2021), quien

reportó un promedio de 6.33 raíces por planta al emplear una dosis de 2000 ppm de Root Hor. La diferencia podría atribuirse a la menor concentración del enraizante utilizada en su investigación, lo que sugiere que un aumento en la concentración de fitorreguladores como el ANA puede tener un efecto directo en la cantidad de raíces formadas.

De manera similar, este estudio muestra mejores resultados que los de Taipe (2021), quienes alcanzaron un promedio de 8.17 raíces utilizando té de compost y extracto de sábila. La naturaleza orgánica de los enraizantes empleados por Taipe, aunque beneficiosa, podría no ser tan efectiva como los fitorreguladores sintéticos para promover una mayor cantidad de raíces en esquejes de guanábana, tal como se observa en los resultados del tratamiento con ANA.

En el caso de Vilca (2022), los resultados también son considerablemente superiores, ya que Vilca reportó solo 3.5 raíces por planta utilizando un sustrato compuesto de tierra agrícola y pajilla de arroz carbonizada con 5 ml de Root Hor. Este bajo número de raíces podría deberse a la composición del sustrato, que, aunque aporta materia orgánica, puede no haber proporcionado las condiciones óptimas para un enraizamiento abundante, destacando la ventaja del ANA a 3000 ppm en este estudio.

Así mismo, Rodríguez (2019) alcanzó un promedio de 8 raíces por planta al utilizar una combinación de 3000 mg/L de ácido indolbutírico (AIB) , tierra negra y turba. Aunque la concentración de AIB utilizada por Rodríguez es similar a la de ANA empleada en este estudio, las diferencias en la efectividad pueden estar relacionadas con las propiedades específicas de cada fitorregulador.

Finalmente, los resultados también superan los obtenidos por Garbanzo et al. (2020), quienes reportaron un promedio de 6.2 raíces por planta al emplear soluciones naturales de lenteja como enraizante. El uso de soluciones naturales, aunque más ecológico y económico,

parece ser menos efectivo en comparación con los fitorreguladores sintéticos. Las auxinas naturales presentes en la lenteja no parecen promover la formación de raíces de manera tan eficiente como el ANA a concentraciones específicas.

5.2.2. Longitud de raíz

El tratamiento T2 con ANA a 3000 ppm alcanzó una longitud de raíz promedio de 28.16 cm, lo que, aunque favorable, es menor que los 38.37 cm reportados por Ortíz (2022). En su caso, la combinación de ácido naftalenacético y cladodios de 100 cm, junto con cuatro días de desaviado, parece haber favorecido un mayor crecimiento de las raíces. Esto sugiere que el tamaño de los esquejes y su manejo antes de la plantación juegan un rol clave en la promoción del enraizamiento.

Por otro lado, nuestros resultados superan a los de Alcarazo (2021), quien obtuvo 26 cm con 2000 ppm de Root Hor, lo que resalta la efectividad de una mayor concentración de ANA para estimular un crecimiento más largo de las raíces. Además, superan ampliamente a los 9.35 cm de Taípe (2021), quien usó té de compost y extracto de sábila. Esto indica que los reguladores sintéticos, como el ANA, son significativamente más eficientes que los enraizantes naturales en promover un desarrollo radicular más extenso.

Asimismo, el estudio de Vilca (2022), que reportó 10.35 cm de longitud de raíz usando una mezcla de tierra agrícola y pajilla de arroz, también quedó por debajo de nuestros resultados. Esto refuerza la ventaja del ANA a 3000 ppm frente a otros tratamientos naturales y combinaciones de sustratos.

En cuanto a Rodríguez (2019) y Navarrete (2023), quienes obtuvieron 13.2 cm y 21.27 cm, respectivamente, también se observa una superioridad clara en nuestro estudio. Esto confirma que el uso de reguladores de crecimiento sintéticos, como el ANA, resulta más

efectivo en el desarrollo de raíces más largas, en comparación con otros tratamientos como el uso de tierra negra, turba o soluciones de Steiner.

Finalmente, nuestros resultados también superaron los 14.20 cm obtenidos por Garbanzo et al. (2020), quienes emplearon soluciones naturales de lenteja, y los 16.8 cm reportados por Montejo (2020) al usar tierra negra. Esto deja en claro que, aunque los sustratos y las soluciones naturales juegan un papel importante, la aplicación de ANA a 3000 ppm es fundamental para lograr un crecimiento más significativo de las raíces.

5.2.3. Volumen de raíz.

Los Al analizar la variable de volumen de raíces, el tratamiento T2 con ANA a 3000 ppm alcanzó un promedio de 5.96 cm^3, un valor considerablemente más bajo que los 71.67 cm^3 obtenidos por Navarrete (2023), quien usó una solución de Steiner al 75%. Esta gran diferencia indica que la solución de Steiner, con su equilibrada mezcla de nutrientes, crea un ambiente mucho más favorable para el desarrollo volumétrico de las raíces.

El volumen reducido que observamos con el uso de ANA a 3000 ppm podría deberse a que, aunque el ANA es eficaz para inducir la formación de raíces, no genera el mismo grado de expansión que una solución rica en nutrientes como la de Steiner. Este contraste sugiere que, además de los fitorreguladores, las soluciones nutritivas juegan un papel clave en el crecimiento y expansión del volumen radicular.

5.3. Crecimiento vegetativo

5.3.1. Número de brotes.

Al analizar la variable del número de brotes, nuestros resultados indican que el tratamiento T2 con ANA a 3000 ppm produjo un promedio de 3.5 brotes por planta. Este resultado es inferior a los obtenidos por Rodríguez (2019), quien reportó un promedio de 9

brotes utilizando una combinación de 4000 mg/L de AIB, tierra negra y turba. La diferencia notable en los resultados sugiere que concentraciones más altas de AIB, junto con la selección de sustratos específicos, pueden favorecer una mayor producción de brotes.

Por otro lado, nuestros resultados son significativamente menores a los de Navarrete (2023), que obtuvo 21.2 brotes usando una solución de Steiner al 75%, y los de Montejo (2020), quien reportó un promedio de 22.5 brotes al combinar broza y citoquinina. Esto pone de manifiesto la capacidad de las citoquininas y otras soluciones especializadas para promover una mayor formación de brotes en comparación con ANA.

Sin embargo, nuestros resultados superan los de Taípe (2021), quien solo alcanzó 1.47 brotes al emplear té de compost y extracto de sábila, lo que confirma la superioridad de los reguladores de crecimiento sintéticos frente a los enraizantes naturales. De igual manera, el estudio de Vélez y Zambrano (2022) reportó 2 brotes utilizando varetas de 0.50 m y citocinina, resultados que también son inferiores a los obtenidos con ANA a 3000 ppm. Esto refuerza la efectividad del ANA en promover un mayor número de brotes en comparación con otros tratamientos naturales o de menor concentración.

5.3.2. Longitud de brotes.

Al analizar la longitud de los brotes, el tratamiento con ANA a 3000 ppm alcanzó un promedio de 51.89 cm, un poco por debajo de los 53.2 cm obtenidos por Vilca (2022) con un sustrato de tierra agrícola y pajilla de arroz y la adición de Root Hor. Aunque la diferencia es mínima, parece que los sustratos utilizados pueden influir levemente, pero el ANA sigue mostrando una respuesta estable.

Nuestros resultados son mayores que los de Alcarazo (2021), quien obtuvo 47.44 cm con 2000 ppm de Root Hor, lo que indica que una concentración más alta de ANA favorece un

mayor crecimiento. Además, son significativamente superiores a los 5.39 cm reportados por Taípe (2021), quien usó enraizantes naturales como té de compost y sábila, demostrando la mayor efectividad de los fitorreguladores sintéticos. Así mismo, superamos los 33.44 cm obtenidos por Rodríguez (2019) con AIB y turba, y los 39.84 cm reportados por Ortiz (2022) utilizando enraizantes de algas y cladodios de 100 cm, lo que refuerza el potencial del ANA a 3000 ppm para favorecer una mayor longitud de brotes. Por último, nuestros resultados superan ampliamente los 25.75 cm de Vélez y Zambrano (2022) y los 23 cm de Montejo (2020), confirmando la superioridad del ANA frente a otros enraizantes tanto naturales como sintéticos.

5.3.3. Porcentaje de cladodios con brotes

En la variable de porcentaje de cladodios con brotes, el tratamiento T2 (ANA a 3000 ppm) mostró un 92%, ligeramente inferior al 100% reportado por Ortiz (2022), quien utilizó ácido naftalenacético con cladodios de 100 cm y un desavío de cuatro días. Esto sugiere que el manejo previo, como el tamaño del cladodio y el desavío, es crucial para optimizar el brote, aunque nuestro tratamiento con ANA aún demostró ser altamente efectivo.

CAPITULO VI

CONCLUSIONES.

A partir de los hallazgos de este estudio y en relación con los objetivos específicos planteados, se pueden derivar las siguientes conclusiones:

- Se determinó que el T2 uso de ANA a una dosis de 3000 ppm resultó ser más efectivo en el enraizamiento de pitahaya. Esta conclusión se basa en los resultados del estudio, que mostraron que esta dosis específica de fitorregulador promovió un incremento significativo en el porcentaje de enraizamiento, crecimiento inicial y crecimiento vegetativo en comparación con las demás dosis y el testigo.
- En relación con el porcentaje de enraizamiento el tratamiento T2, que utilizó ANA a una concentración de 3000 ppm, mostró resultados sobresalientes, con el 93.6% de cladodios enraizados, en el desarrollo de raíces, con un promedio de 10.50 raíces por planta, una longitud media de 28.16 cm y un volumen de 5.96 cm^3. Estos datos subrayan la efectividad de esta dosis específica para promover un crecimiento radicular robusto en las plantas de pitahaya, lo que podría ser de gran utilidad para optimizar la producción de esta fruta en un contexto comercial.
- En términos de crecimiento vegetativo, el tratamiento T2, que utilizó ANA a una concentración de 3000 ppm, sobresale notablemente. Este tratamiento exhibió un promedio de 3.50 brotes por planta, lo que indica un desarrollo vigoroso y robusto en comparación con los otros tratamientos. Además, el T2 mostró una longitud promedio de brotes de 51.89 cm, lo que refleja un crecimiento extenso y saludable. En cuanto al porcentaje de cladodios que desarrollaron brotes, el T2 alcanzó un impresionante 92%.

CAPITULO VII

RECOMENDACIONES.

En base a los resultados obtenidos se recomienda el uso de 3,000ppm de ANA para el enraizamiento de Cladiodos de Pitajaya, sobre un sustrato de tierra, arena y cáscara de arroz (1:1:1).

- Es fundamental ajustar la humedad del sustrato en el vivero para maximizar el desarrollo de los cladodios de pitahaya. Se sugiere implementar un sistema de riego automatizado que permita mantener niveles óptimos de humedad, evitando tanto el exceso como la deficiencia de agua, lo cual puede afectar negativamente el crecimiento y enraizamiento de las plantas.
- Implementar un programa de manejo integrado de plagas y enfermedades es esencial para proteger las plantas de pitahaya durante el período de propagación. Se aconseja monitorear regularmente los cultivos en busca de signos de plagas y enfermedades, y utilizar métodos de control biológico o químico apropiados según sea necesario.
- Considerar el uso de hormonas de crecimiento adicionales puede potenciar el desarrollo de los cladodios. Se recomienda explorar el efecto de diferentes reguladores del crecimiento, como auxinas y citoquininas, en combinación con ANA para evaluar si pueden mejorar el enraizamiento y la formación de brotes.
- Revisar y optimizar el diseño del vivero para mejorar la circulación del aire y la exposición a la luz. El diseño debe permitir una ventilación adecuada y una distribución uniforme de la luz para evitar problemas como el sobrecalentamiento y la acumulación de humedad, que pueden afectar el desarrollo de los cladodios

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

Alcarazo Frias, DJ. (2021). Influencia de dos productos hormonales con tres dosis auxínicas en el enraizamiento de cladodios de "Pitahaya" (Selenicereus megalanthus K. Schum. ex Vaupel) en Nueva Cajamarca. [Tesis Ing. Agrario, Universidad Católica Sedes Sapientiae]. https://hdl.handle.net/20.500.14095/1517

Castilla García, B.R. y Vargas Arroyo, W. (2024). Efecto del Ácido Naftalenacético en el cultivo de Stevia (*Stevia rebaudiana,* Bertoni) a nivel de vivero, La Merced – Chanchamayo. [Tesis Ing. Agrónomo, Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión]. http://repositorio.undac.edu.pe/handle/undac/4187

Cotrina Sánchez. D.A. (2017). Propagación vegetativa de ramas laterales y chusquines de *Guadua angustifolia* Kunth. utilizando enraizante root – hoor en condiciones de vivero en Amazonas. [Tesis Ing. Forestal, Universidad Nacional De Cajamarca].

Garbanzo León, G., Vega Villalobos, E.V., Rodríguez Cisneros, J., Urbina Briceño, C., Lázaro Rojas, W., Alvarado Jara, K., Barrientos Bolaños, R., Duarte Ortiz, K., Mora Prendas, J., Trujillo Olivas, V. y Rojas Varela, J. (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

ICA. (2012). Manejo fitosanitario del cultivo de la Pitahaya Hylocereus megalanthus (K. Schum. ex Vaupel). Bogotá: Carolina Norato.

INIA (Instituto Nacional de Innovación Agraria). (2020). Guía técnica del del cultivo de la pitahaya (*Hylocereus megalanthus*) en la región Amazonas. https://www.inia.gob.pe/wp-content/uploads/2020/01/Pitahaya.pdf

Lira Saldívar, R. H. (2007). Fisiología vegetal (2da ed.). Editorial Trillas. https://biblioteca.ecosur.mx/bib/12345

López Turcios, O. y Guido Miranda, A. (2019). Evaluación de dosis de nitrógeno y fósforo en el cultivo de pitahata (*Hylocereus undatus*). Agronomía mesoamericana, 9(1), 66-71. https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/agromeso/article/view/24635

Lüders, L., & McMahon, G. (2006). La pitaya o fruta del dragón (Hylocereus undatus). AGNOTE, 1-4. Gobierno del Territorio del Norte.

Medina Salazar, J. A. (2015). Documentar las relaciones hídricas y requerimientos nutricionales de la pitaya amarilla, *Selenicereus megalanthus* (k. schum. ex vaupel) moran, durante distintas etapas fenológicas del cultivo en tres localidades del valle del Cauca. [Tesis de maestría, Universidad Nacional De Colombia]. https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/57117

Méndez Hernández, C. y Coello Torres, A. (2016). El cultivo de la pitaya. Servicio Técnico de Agricultura y Desarrollo Rural. Cabildo de Tenerife – España. Recuperado de: http://www.agrocabildo.org/publica/Publicaciones/subt_624_pitaya.pdf

Montejo Silvestre, M.E. (2020). Evaluación del efecto de sustratos y enraizadores en la propagación vegetativa de la pitahaya; Jacaltenango, Huehuetenango. [Tesis Ingeniero agrónomo, Universidad Rafael Landívar]. http://recursosbiblio.url.edu.gt/tesiseortiz/2021/06/14/Montejo-Marvin

Montesinos Cruz, J.A., Rodríguez Larramendi, C., Ortiz Pérez, C.R., Fonseca Flores, M.A., Ruiz Herrera, G. y Guevara Hernández, C.F. (2015). Pitahaya (*Hylocereus spp*.) un recurso fitogenético con historia y futuro para el trópico seco mexicano. Cultivos tropicales. *36*(n°. esp.) 67–76. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S7

Navarrete Torres, A.H. (2023). Evaluación de la propagación de Pitahaya (*Hylocereus undatus*) Bajo diferentes esquemas de nutrición. [Tesis Maestría, Institución De Enseñanza

e Investigación En Ciencias Agrícola]. http://colposdigital.colpos.mx:8080/jspui/handle/10521/5054

Olvera Gonzales, E.D., Orellana Cevallos, D. K. y Segarra Vera, K.E. (2013). Desarrollo de estrategias para incrementar la exportación de pitahaya hacia los mercados de Holanda y España. [Tesis ing. Comercial, Universidad De Guayaquil]. http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/17647

Orrico Zalazar G. (2013). Respuesta de la pitahaya amarilla (*Cereus triangularis* L.) a la aplicación complementaria de dos fertilizantes en tres dosis. [Tesis Ingeniero agrónomo, Universidad Central de Ecuador]. file:///C:/Users/R6066/TesisUCEEstudio_de_pitahaya

Ortiz Gahona, H.P. (2022). Evaluación de dos enraizantes y tres tiempos de desaviado en dos tamaños de cladodios en la propagación de pitahaya amarilla Hylocereus megalanthus. [Tesis Ingeniero agrónomo, Escuela Superior 887 Politécnica De Chimborazo]. http://dspace.espoch.edu.ec/handle/123456789/

Rodríguez Portocarrero, 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 Ing. Agrónomo, Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas]. https://repositorio.untrm.edu.pe/handle/20.500.14077/1772

Santos Guimarães, C.M. (2010). Efeito de substratos e boro no enraizamento de estacas de pitaya. Ceres, Viçosa. *57(6):*795 – 802. https://doi.org/10.1590/S0034-737X2010000600015

Taípe Rojas, Y. y Esteban Noloberto, E.E. (2021). Efecto del té de fosfocompost combinados con extractos vegetales en la propagación de *Hylocereus undatus* y

Selenicereus megalanthus. Revista de investigación científica siglo XXI. *1(2):*73 - 87. https://revistas.unh.edu.pe/index.php/rcsxxi/article/view/35/426

Torres Cordero, E.A. (2015). Propagación asexual de pitahaya (*Hylocereus undatus*) mediante estacas empleando enraizadores ANA y AIB en el cantón Puerto Quito. [Tesis Ing. Agropecuario, Universidad Nacional Técnica Estatal De Quevedo]. https://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/483

Vargas Giraldo, J. C. (2023). Propagación asexual de pitahaya (Hylocereus undatus) por medio hidropónico de raíces flotantes con dos enraizantes en la provincia de Camaná, departamento de Arequipa [Tesis ingeniero agrónomo, Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa]. https://repositorio.ucsm.edu.pe/handle/20.500.12920/12657

Vélez Zambrano, L.J. y Zambrano Pino, G.M. (2022). Propagación asexual en pitahaya roja (*Hylocereus undatus*) y amarilla (*Selenicereus megalanthu*) en el valle del rio Carrizal. [Tesis Ing. agrícola, Escuela Superior Politécnica Agropecuaria De Manabí Manuel Félix López]. http://repositorio.espam.edu.ec/handle/42000/1710

Verona Ruiz, A., Urcia Cerna, J. y Paucar Menacho, L.M. (2020). Pitahaya (*Hylocereus spp*.): Cultivo, características fisicoquímicas, composición nutricional y compuestos bioactivos. Scientia Agropecuaria. *11(3):* 439 – 453. http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2077-99172020000300439

Vilca Tuesta, S.E. (2022). Efecto del bioestimulante Root Hor y sustratos en la propagación vegetativa de Pitahaya Amarilla (*Hylocereus megalanthus*) en vivero, Huarangopampa - Amazonas. [Tesis Ing. Agrónomo, Universidad Politécnica Amazónica]. https://repositorio.upa.edu.pe/browse?type=author&value=Vilca+Tuesta%2C+Sharon+Est%C3%A9fany

Wu, J., Zhan, R., Liu, J. y Cang, M. (2017). Primer informe de una mancha en el tallo y el fruto de pitaya causada por *Aureobasidium pullulans* en China. Enfermedades de la planta.*101(1)*: 249-250. https://doi.org/10.1094/PDIS-05-16-0702-PDN

Zambrano Forero, C.J. (2015). Evaluación de reguladores de crecimiento en la propagación in vitro de *Hylocereus megalanthus* (pitahaya amarilla). Tumbanga. *1(10):* 76 – 87. https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5644629

ANEXOS

Anexo 1. Procesamiento de datos

Tabla 19A

Porcentaje de enraizamiento de esquejes de pitajaya tratadas con ANA

Tratamiento/Repeticiones	T1= Testigo	T2 (3000ppm)	T3 (3500ppm)	T4 (4000ppm)	T5 (4500ppm)
I	87.5	93.5	93.5	93.5	93.5
II	87.5	100	93.5	93.5	87.5
III	87.5	93.5	87.5	93.5	93.5
IV	87.5	87.5	93.5	87.5	93.5
Total	**350**	**374.5**	**368**	**368**	**368**
Promedio	**87.50**	**93.63**	**92.00**	**92.00**	**92.00**

Tabla 20A

Promedio del número de raíces por esqueje de pitajaya a los 90 días de enraizamiento, tratadas con ANA.

Tratamiento/Repeticiones	T1= Testigo	T2 (3000ppm)	T3 (3500ppm)	T4 (4000ppm)	T5 (4500ppm)
I	8.40	10.56	10.08	9.60	9.12
II	8.52	10.56	10.08	9.36	9.36
III	8.64	10.32	9.84	9.60	9.24
IV	8.88	10.56	9.84	9.12	9.48
Total	**34.44**	**42**	**39.84**	**37.68**	**37.2**
Promedio	**8.61**	**10.50**	**9.96**	**9.42**	**9.30**

Tabla 21A

Promedio de longitud de raíz cm por esqueje de pitajaya a los 90 días de enraizamiento, tratadas con ANA

Tratamiento/Repeticiones	T1= Testigo	T2 (3000ppm)	T3 (3500ppm)	T4 (4000ppm)	T5 (4500ppm)
I	22.35	26.69	27.17	25.10	25.85
II	22.77	29.35	27.69	25.89	25.67
III	21.31	27.84	27.92	25.87	24.24
IV	23.63	28.77	27.42	25.83	25.65
Total	**90.06**	**112.64**	**110.20**	**102.70**	**101.42**
Promedio	**22.51**	**28.16**	**27.55**	**25.67**	**25.36**

Tabla 22A

Promedio de Volumen de raíces cm3 por esqueje de pitajaya a los 90 días de enraizamiento, tratadas con ANA

Tratamiento/Repeticiones	T1= Testigo	T2 (3000ppm)	T3 (3500ppm)	T4 (4000ppm)	T5 (4500ppm)
I	4.78	6.15	5.93	5.53	5.13
II	4.75	5.90	5.93	5.56	5.40
III	4.78	5.90	5.93	5.41	5.50
IV	4.73	5.88	5.95	5.65	5.66
Total	**19.03**	**23.83**	**23.73**	**22.15**	**21.69**
Promedio	**4.76**	**5.96**	**5.93**	**5.54**	**5.42**

Tabla 23A

Promedio de número de brotes por esqueje de pitajaya a los 90 días de enraizamiento, tratadas con ANA

Tratamiento/Repeticiones	T1= Testigo	T2 (3000ppm)	T3 (3500ppm)	T4 (4000ppm)	T5 (4500ppm)
I	2.75	3.50	3.25	3.25	3.25
II	3.00	3.50	3.25	3.25	3.25
III	3.30	3.50	3.25	3.25	3.25
IV	3.30	3.50	3.25	3.25	3.25
Total	**12.35**	**14.00**	**13.00**	**13.00**	**13.00**
Promedio	**3.09**	**3.50**	**3.25**	**3.25**	**3.25**

Tabla 24A

Promedio de longitud brotes por esqueje de pitajaya a los 90 días de enraizamiento, tratadas con ANA

Tratamiento/Repeticiones	T1= Testigo	T2 (3000ppm)	T3 (3500ppm)	T4 (4000ppm)	T5 (4500ppm)
I	42.12	52.11	47.79	46.17	46.89
II	43.02	51.84	48.33	46.26	46.89
III	42.03	51.93	48.33	46.62	48.60
IV	42.21	51.66	48.60	47.52	47.79
Total	**169.38**	**207.54**	**193.05**	**186.57**	**190.17**
Promedio	**42.35**	**51.89**	**48.26**	**46.64**	**47.54**

Tabla 25A

Promedio de porcentaje de esquejes con brotes de pitajaya a los 90 días de enraizamiento, tratadas con ANA

Tratamiento/Repeticiones	T1= Testigo	T2 (3000ppm)	T3 (3500ppm)	T4 (4000ppm)	T5 (4500ppm)
I	81.25	93.50	81.25	87.50	81.25
II	87.50	87.50	81.25	81.25	87.50
III	81.25	93.50	87.50	81.25	87.50
IV	75.00	93.50	87.50	87.50	81.25
Total	**325.00**	**368.00**	**337.50**	**337.50**	**337.50**
Promedio	**81.25**	**92.00**	**84.38**	**84.38**	**84.38**

Anexo 2. Fotos del processo experimental.

Figura 1A

Preparación del terreno para la construcción del vivero.



Figura 2A

Preparación del sustrato y llenando de bolsas



Figura 3A

Siembra de pitahaya en las unidades experimentales



Figura 4A

Control de malezas en calles y bolsas



Figura 5A

Evaluación del número de raíces



Figura 6A

Evaluación de longitud de raíz



Figura 7A

Evaluación del número de brotes de pitahaya



Figura 8A

Evaluación de la longitud de brotes de pitahaya.



Figura 9A

Supervisión por los jurados

