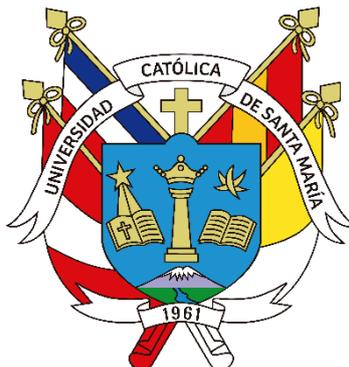


Universidad Católica de Santa María
Facultad de Ciencias e Ingenierías Biológicas y
Químicas
Escuela Profesional Ingeniería Agronómica y
Agrícola



**PROPAGACIÓN ASEJUAL DE PITAIIAYA (HYLOCEREUS
UNDATUS) POR MEDIO HIDROPÓNICO DE RAICES FLOTANTES
CON DOS ENRAIZANTES EN LA PROVINCIA DE CAMANÁ,
DEPARTAMENTO DE AREQUIPA**

Tesis presentada por el Bachiller:

Vargas Giraldo, Juan Carlos

para optar el Título Profesional
de:

Ingeniero Agrónomo y Agrícola

Asesor (a): Ing. Linares Quiroz,
Guillermo

Arequipa- Perú

2023

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA
INGENIERIA AGRONOMICA Y AGRICOLA
TITULACIÓN CON TESIS
DICTAMEN APROBACIÓN DE BORRADOR

Arequipa, 26 de Diciembre del 2022

Dictamen: 006411-C-EPIAyA-2022

Visto el borrador del expediente 006411, presentado por:

2016245161 - VARGAS GIRALDO JUAN CARLOS

Titulado:

**PROPAGACIÓN ASEXUAL DE PITAHAYA (HYLOCEREUS UNDATUS) POR MEDIO HIDROPÓNICO
DE RAICES FLOTANTES CON DOS ENRAIZANTES EN LA PROVINCIA DE CAMANÁ,
DEPARTAMENTO DE AREQUIPA**

Nuestro dictamen es:

APROBADO

**1232 - STRETZ CHAVEZ HUMBERTO JOSE
DICTAMINADOR**



**1854 - ZEGARRA FLORES JORGE ARTURO
DICTAMINADOR**



**2728 - DIAZ VENTO INGRIND MIRNA
DICTAMINADOR**



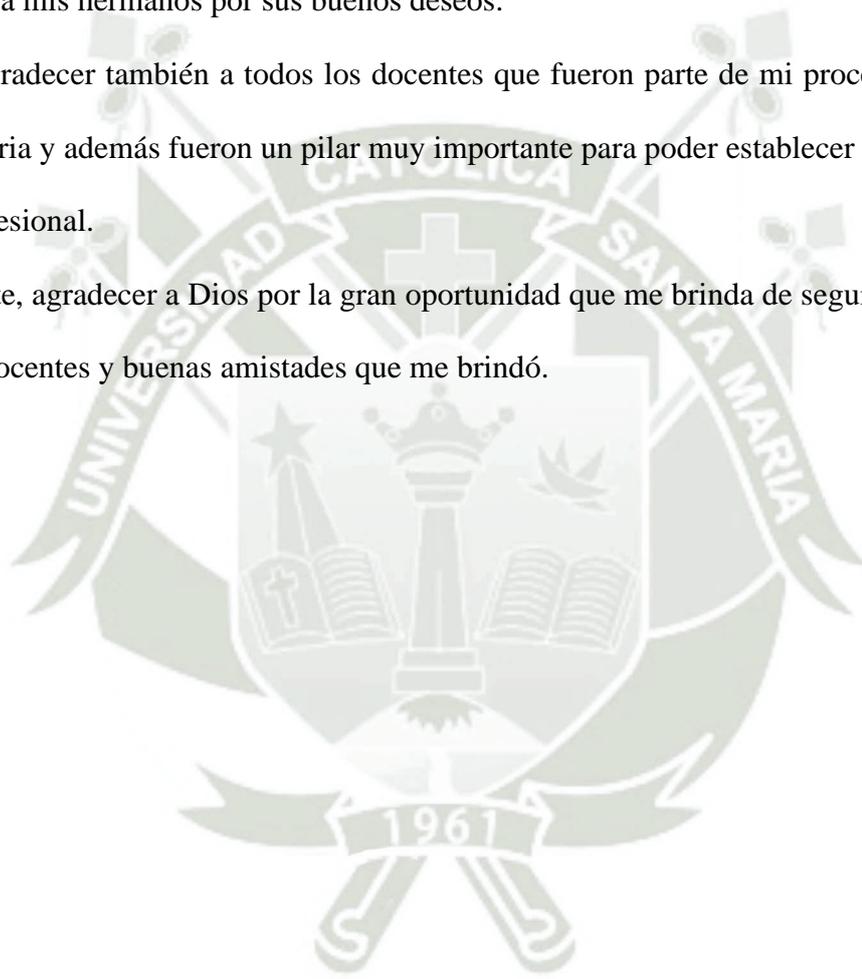
DEDICATORIA

Esta tesis se la dedico a toda mi familia, por el apoyo que me brindó en mi proceso de formación universitaria.

A mis padres quienes me enseñaron a ser una mejor persona, por sus sabios consejos y amor que día a día promovieron mis metas. A mis abuelos que me acompañaron una gran parte de mi vida y a mis hermanos por sus buenos deseos.

Quiero agradecer también a todos los docentes que fueron parte de mi proceso de formación universitaria y además fueron un pilar muy importante para poder establecer las bases y ser un buen profesional.

Finalmente, agradecer a Dios por la gran oportunidad que me brinda de seguir adelante, por la familia, docentes y buenas amistades que me brindó.



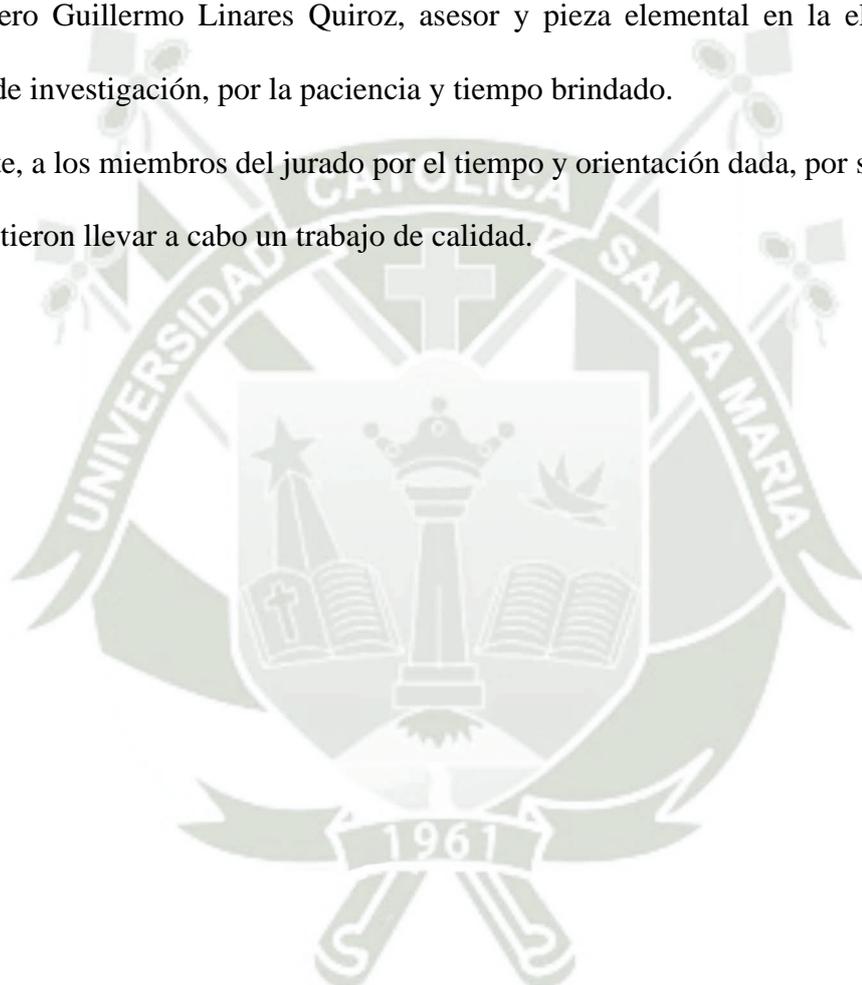
AGRADECIMIENTOS

Agradezco a mis hermanos, que de no ser por su apoyo no hubiera podido concluir con la etapa principal del desarrollo de mi tesis.

A mi familia que siempre me apoyó con sus buenos deseos y consejos que me sirvieron para poder concentrarme en mi proceso de formación académica.

Al ingeniero Guillermo Linares Quiroz, asesor y pieza elemental en la elaboración de mi proyecto de investigación, por la paciencia y tiempo brindado.

Finalmente, a los miembros del jurado por el tiempo y orientación dada, por sus observaciones que permitieron llevar a cabo un trabajo de calidad.



RESUMEN

La pitahaya es un cultivo de gran importancia económica, por las propiedades que posee para el beneficio de la salud. La propagación de esta especie se realiza por 2 medios: por medio de semilla botánica (sexual) o vegetativo (asexual). La propagación de la pitahaya por semillas no es recomendable, ya que es un proceso lento de al menos 7 años para comercializar el producto. El objetivo del presente trabajo fue evaluar el enraizamiento de esquejes como método de propagación asexual de pitahaya (*Hylocereus undatus*) por medio hidropónico de raíces flotantes con dos enraizantes en la provincia de Camaná, departamento de Arequipa. La investigación presentó un enfoque experimental empleándose un diseño de bloques completos al azar con 4 tratamientos y 3 bloques. Los tratamientos que se emplearon en la investigación fueron los enraizantes comerciales: Testigo (T0), Rapid-Root (AIB) (T1), Root-Hor (ANA) (T2) y como mezcla se utilizó Root-Hor más Rapid Root (T3). La investigación tuvo un periodo de evaluación de 90 días, la primera evaluación se realizó a los 60 ddi y la última evaluación se dio a los 90 ddi.

Se realizaron 4 evaluaciones: Número de raíces, longitud de raíces, número de brotes, tamaño de esqueje final. Como resultado, solo se encontró significancia en la longitud de raíces con Root-Hor en el T2 obteniendo 36.20 cm y con respecto a los tratamientos número de brotes, número de raíces y tamaño de esqueje final no se presentó diferencia estadística, pero sí diferencia numérica. Concluyendo que la aplicación de los enraizantes influye en la longitud de raíces y que el sistema de hidroponía aplicado es adecuado para el desarrollo del crecimiento de brotes y en el tamaño final de la pitahaya roja.

Palabras clave: Root-Hor, Rapid root, hidroponía.

ABSTRACT

Pitahaya is a crop of great economic importance; due to the properties it possesses for the benefit of health. The propagation of this species is carried out by 2 means: by means of botanical (sexual) or vegetative (asexual) seeds. The propagation of the pitahaya by seeds is not recommended since it is a slow process of at least 7 years to commercialize the product. The objective of this work was to evaluate the rooting of cuttings as a method of asexual propagation of pitahaya (*Hylocereus undatus*) by hydroponic means of floating roots with two rooters in the province of Camaná, department of Arequipa. The research presented an experimental approach using a randomized complete block design with 4 treatments and 3 blocks. The treatments used in the investigation were commercial rooting agents: Witness (T0), Rapid-Root (AIB) (T1), Root-Hor (ANA) (T2) and Root-Hor plus Rapid Root (T3) was produced as a mixture. The investigation had an evaluation period of 90 days, the first evaluation was carried out at 60 dai and the last evaluation was given at 90 dai.

Four evaluations were carried out: number of roots, length of roots, number of shoots, size of the final cutting. As a result, only significance was found in root length with Root-Hor in T2, obtaining 36.20 cm and with respect to the number of shoots, number of roots and final cutting size treatments, there was no statistical difference, but a numerical difference. . Concluding that the application of the rooting agents influences the length of the roots and that the applied hydroponics system is adequate for the development of shoot growth and the final size of the red pitahaya.

Key words: Root-Hor, Rapid root, hydroponics.

ÍNDICE GENERAL

DIDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTOS.....	iii
RESUMEN.....	iv
ABSTRACT.....	v
ÍNDICE GENERAL.....	vi
ÍNDICE DE CUADROS.....	x
INDICE DE GRÁFICOS.....	xii
INIDICE DE FIGURAS.....	xiii
INDICE DE ANEXOS.....	xiv
CAPÍTULO I.....	1
1 INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 ENUNCIADO DEL PROBLEMA.....	1
1.2 JUSTIFICACIÓN DEL TRABAJO.....	1
1.2.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.....	1
1.2.2 ASPECTO TECNOLÓGICO.....	2
1.2.3 ASPECTO SOCIAL.....	2
1.2.4 ASPECTO ECONÓMICO.....	3
1.2.5 IMPORTANCIA.....	3
1.3 OBJETIVOS.....	4
1.3.1 OBJETIVO GENERAL.....	4

1.3.2	OBJETIVOS ESPECIFICOS	4
1.4	HIPÓTESIS.....	5
CAPÍTULO II.....		6
2 MARCO TEORICO O CONCEPTUAL.....		6
2.1	ANÁLISIS BIBLIOGRÁFICO	6
2.1.1	ORIGEN	6
2.1.2	TAXONOMÍA.....	7
2.1.3	FISIOLOGÍA.....	8
2.1.4	FENOLOGÍA	16
2.1.5	MORFOLOGÍA.....	18
2.1.6	VARIEDADES.....	22
2.1.7	PROPAGACIÓN SEXUAL	24
2.1.8	PROPAGACIÓN ASEXUAL	24
2.1.9	ENRAIZADORES.....	25
2.1.10	HIDROPONIA.....	27
2.2	ESTADÍSTICAS.....	29
2.3	ANTECEDENTES DE INVESTIGACIÓN	34
CAPÍTULO III.....		40
3 MATERIALES Y METODOS.....		40
3.1	MATERIALES	40
3.1.1	LOCALIZACIÓN DEL TRABAJO.....	40

3.1.2	MATERIAL VEGETAL	41
3.1.3	MATERIAL DE CAMPO	42
3.2	MÉTODOS	42
3.2.1	MUESTREO.....	42
3.2.2	MÉTODOS DE EVALUACIÓN	44
3.3	VARIABLES DE RESPUESTA	45
3.3.1	VARIABLES INDEPENDIENTES	45
3.3.2	VARIABLES DEPENDIENTES	46
3.4	EVALUACIÓN ESTADÍSTICA.....	46
3.4.1	DISEÑO EXPERIMENTAL.....	46
CAPÍTULO IV.....		48
4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN		48
4.1	RESULTADOS.....	48
4.1.1	Número de raíces	48
4.1.2	Longitud de raíces	49
4.1.3	Número de brotes.....	51
4.1.4	Tamaño de esqueje final	52
4.2	DISCUSIÓN	54
CAPÍTULO V		58
CONCLUSIONES.....		58
CAPÍTULO VI.....		59

RECOMENDACIONES	59
CAPÍTULO VII.....	60
REFERENCIAS	60



ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO 1: Principales países productores de pitahaya.....	30
CUADRO 2: Estacionalidad de cosecha de los principales productores de pitahaya.....	32
CUADRO 3: Perú, producción de pitahaya – principales zonas productoras.....	33
CUADRO 4: En la investigación se presenta un único factor que son los enraizantes comerciales y además el testigo los enraizadores son: Root-Hor y Rapid Root.	45
CUADRO 5: Análisis de varianza (ANVA) de la variable número de raíces a los 60 después de la instalación (ddi). Propagación asexual de pitahaya (<i>Hylocereus undatus</i>) por medio hidropónico de raíces flotantes con dos enraizantes en la Provincia de Camaná, departamento de Arequipa.....	48
CUADRO 6: Análisis de varianza (ANVA) de la variable número de raíces a los 90 después de la instalación (ddi). Propagación asexual de pitahaya (<i>Hylocereus undatus</i>) por medio hidropónico de raíces flotantes con dos enraizantes en la Provincia de Camaná, departamento de Arequipa.	49
CUADRO 7: Análisis de varianza (ANVA) de la variable longitud de raíces a los 60 días después de la instalación (ddi). Propagación asexual de pitahaya (<i>Hylocereus undatus</i>) por medio hidropónico de raíces flotantes con dos enraizantes en la Provincia de Camaná, departamento de Arequipa.....	49
CUADRO 8: Análisis de varianza de la variable longitud de raíces a los 90 después de la instalación (ddi). Propagación asexual de pitahaya (<i>Hylocereus undatus</i>) por medio hidropónico de raíces flotantes con dos enraizantes en la Provincia de Camaná, departamento de Arequipa.....	50

CUADRO 9: Prueba de Tukey.....	50
CUADRO 10: Análisis de varianza de la variable número de brotes a los 60 después de la instalación (ddi). Propagación asexual de pitahaya (<i>Hylocereus undatus</i>) por medio hidropónico de raíces flotantes con dos enraizantes en la Provincia de Camaná, departamento de Arequipa.....	51
CUADRO 11: Análisis de varianza de la variable número de brotes a los 90 después de la instalación (ddi).....	52
CUADRO 12: Análisis de varianza de la variable tamaño de esqueje final a los 60 después de la instalación (ddi). Propagación asexual de pitahaya (<i>Hylocereus undatus</i>) por medio hidropónico de raíces flotantes con dos enraizantes en la Provincia de Camaná, departamento de Arequipa.....	52
CUADRO 13: Análisis de varianza de la variable longitud de raíces a los 90 después de la instalación (ddi). Propagación asexual de pitahaya (<i>Hylocereus undatus</i>) por medio hidropónico de raíces flotantes con dos enraizantes en la Provincia de Camaná, departamento de Arequipa.....	53

INDICE DE GRÁFICOS

GRAFICO 1. Área cosechada por hectárea de Pitahaya (Ha).....	30
GRAFICO 2. Rendimiento tonelada por hectárea	31
GRAFICO 3. Variable longitud de Rices a los 90 días después de la instalación.....	51



INDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. Descripción de las fases fenológicas reproductivas de (<i>Hylocereus undatus</i>).....	18
FIGURA 2. Mapa territorial de Arequipa	40
FIGURA 3. Mapa territorial de Camaná	40
FIGURA 4. Unidades experimentales	46



INDICE DE ANEXOS

- ANEXO 1. Número de raíces a los 60 ddi en esquejes de pitahaya (*Hylocereus undatus*) variedad American Beauty en medio hidropónico de raíces flotantes. ...65
- ANEXO 2. Longitud de raíces a los 60 ddi en esquejes de pitahaya (*Hylocereus undatus*) variedad American Beauty en medio hidropónico de raíces flotantes. ...66
- ANEXO 3. Número de brotes a los 60 ddi en esquejes de pitahaya (*Hylocereus undatus*) variedad American beauty en medio hidropónico de raíces flotantes.67
- ANEXO 4. Tamaño de esqueje final a los 60 ddi en esquejes de pitahaya (*Hylocereus undatus*) variedad American beauty en medio hidropónico de raíces flotantes.
68
- ANEXO 5. Número de raíces a los 90 ddi en esquejes de pitahaya (*Hylocereus undatus*) variedad American beauty en medio hidropónico de raíces flotantes.69
- ANEXO 6. Longitud de raíces a los 90 ddi en esquejes de pitahaya (*Hylocereus undatus*) variedad American beauty en medio hidropónico de raíces guflotantes. 70
- ANEXO 7. Número de brotes a los 90 ddi en esquejes de pitahaya (*Hylocereus undatus*) variedad American beauty en medio hidropónico de raíces flotantes.71
- ANEXO 8. Tamaño de esqueje final a los 90 ddi en esquejes de pitahaya (*Hylocereus undatus*) variedad American beauty en medio hidropónico de raíces flotantes
72
- ANEXO 9. Esquejes de pitahaya (*Hylocereus undatus*) variedad American beauty de 50 centímetros.....73
- ANEXO 10. Corte de tres centímetros en la base del esqueje para propiciar el enraizamiento.
73

ANEXO 11.	Productos enraizantes Root-Hor y Rapid-Rot que se utilizó en la investigación.	74
ANEXO 12.	Preparación del tratamiento número uno, que presenta en el enraizante Rapid-Root a una concentración de 3000 ppm del cual se utilizó 20 gramos....	74
ANEXO 13.	Preparación del tratamiento número dos, presenta el Root-Hor como enraizante. Se utilizó 10 ml del producto para después sumergirlo en agua con el producto por 5 minutos según la recomendación de la ficha técnica del producto.	75
ANEXO 14.	Preparación del tratamiento número tres, que es una mezcla entre el Rapid-Root que se utilizó los 10 gramos y del Root-Hor se utilizó 5 ml que se sumergieron por dos minutos y medio.....	75
ANEXO 15.	Base para que los esquejes presenten orden y realizar una evaluación adecuada.....	76
ANEXO 16.	Instalación de la experimentación. Fechas 13 de mayo del 2022. Indicando el orden de los bloques.....	76
ANEXO 17.	Evaluación de numero de raíces a los 60 y 90 días después de la instalación...	77
ANEXO 18.	Evaluación de longitud de raíces a los 60 y 90 días después de la instalación..	77
ANEXO 19.	Evaluación de numero de brotes a los 60 y 90 días después de la instalación...	78
ANEXO 20.	Evaluación de tamaño de esqueje final a los 60 y 90 días después de la instalación.....	78
ANEXO 21.	Cuadro de presupuesto.	78
ANEXO 22.	Evidencia de los cladodios de pitahaya roja American Beauty (<i>Hylocereus undatus</i>) instalados en maceteros.....	79

CAPÍTULO I

1 INTRODUCCIÓN

1.1 ENUNCIADO DEL PROBLEMA

Se enuncia el siguiente problema diciendo: ¿Qué efectos presentará los enraizantes en los cladodios en la propagación asexual de pitahaya *Hylocereus undatus* por medio hidropónico de raíces flotantes en la provincia de Camaná?

1.2 JUSTIFICACIÓN DEL TRABAJO

1.2.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

La pitahaya pertenece a los cultivos mesoamericanos de enorme trascendencia económica, por lo cual se estima un recurso alimentario importante. En relación con la propagación de esta especie se hacen por 2 medios: se hace por medio semilla botánica (sexual) o vegetativo (asexual). La propagación de la pitahaya por semillas no es bastante aconsejable, debido a que es un proceso lento de por lo menos 7 años para lograr producir fruto y a sí comercializar el producto.

No obstante, la forma más correcta de propagar la pitahaya es mediante estacas (asexual) esta información es acertada según Torres (2015) que menciona que la propagación de la pitahaya en período de tiempo más corto que se pueda es mediante la propagación vegetativa, este tipo de propagación conduce a un ahorro de mano de obra. Tan bien menciona que con la utilización de productos enraizantes en la propagación de pitahaya hace viable un conveniente enraizamiento de los esquejes. El material vegetal debería ser extraído de una planta madre de 2 años y que haya producido frutos que es lo más aconsejable por diversos autores, actualmente se está comercializando las estacas, pero numerosas pequeñas

empresas no realizan la selección idónea del material vegetal correcto, acorde con Hartmann & Kester (1997) se ofrece sustraer estacas de la parte basal de las plantas, debido a que muestran tejidos más juveniles y la medida correcta de los esquejes son de 15 a 45 cm. Además, la manera de enraizamiento que se hace en su mayoría es mediante sustratos en macetas, esto trae un problema de triunfo referente a la proporción de esquejes enraizados, varios muestran inconvenientes de pudrición por hongos debido a una inadecuada desinfección del sustrato usado.

Con todo lo expuesto, la mejor manera de enraizar los esquejes de pitahaya es por medio hidropónico debido a que es una técnica correcta, ya que está independiente de patógenos y previene la reducción del triunfo de obtención de esquejes enraizados y de esta forma el campesino no tenga pérdida económica destacable.

1.2.2 ASPECTO TECNOLÓGICO

Enraizar en mesa de hidroponía, se consigue evitar la propagación de enfermedades que se transmiten por las raíces puesto que no tendría contacto con el suelo.

Nos permite facilitar plantas libres de todo tipo de contaminación, el desarrollo es más rápido que en sustrato, también nos facilita proveer gran cantidad de ejemplares en poco tiempo.

1.2.3 ASPECTO SOCIAL

La propagación de plantones de pitahaya sería muy segura, ya que el medio de propagación sería en mesa hidropónica libre de enfermedades que podrían afectar al cultivo y se brindaría una gran cantidad de plantones a

los agricultores libres de patógenos y además asegurando un buen enraizamiento en suelo por la gran cantidad de raíces.

1.2.4 ASPECTO ECONÓMICO

Dada las características de la fruta, la pitahaya en el Perú tiene oportunidades de crecimiento a mediano plazo, teniendo en consideración los siguientes aspectos, que favorecen y motiva a seguir cultivándolo:

- Tendencia mundial hacia el consumo de productos saludables.
- Alto valor comercial en el mercado internacional y local y por su valor nutritivo.
- Es muy rentable, ideal por sus bajos costos para iniciar un nuevo negocio agrícola, teniendo en cuenta que existe una demanda insatisfecha a nivel nacional.
- Análisis de estacionalidad de producción países competidores. El Perú presenta zonas con ecosistemas que favorecen al cultivo de la pitahaya y con el uso de buenas prácticas, manejo agronómico y tecnología existe la posibilidad tener un número de cosechas que se pueden dar en épocas donde la producción para la pitahaya en otros países como Colombia y Ecuador están en temporada baja.

1.2.5 IMPORTANCIA

La pitahaya, es un producto considerado exótico en diversos países del continente, tiene muchos beneficios para el cuidado de la salud, alto contenido de vitamina C y antioxidantes, protege el hígado y mejora la absorción de hierro. Además, el fruto de pitahaya tiene un elevado contenido de betalaínas, pigmentos con características antioxidantes y que tienen la posibilidad de ser utilizados como opción para los colorantes

artificiales. No obstante, hay otras características de las betalaínas de enorme interés como son la inducción de la quinona reductasa, enzima potente de detoxificación en la quimio prevención del cáncer y la actividad anti proliferativa de células de melanoma maligno. El sector de posibilidad para que el cultivo de pitahaya se siga desarrollando es bastante enorme por las diversas características con las que cuenta el fruto, sin dejar de lado su elevado contenido de grados brix, que le confiere un potencial comercial y agroindustrial para el procesamiento de la pulpa (congelamientos, deshidratación, fermentación, entre otros) o la producción de alimentos procesados (mermeladas, almíbar, dulces, jugos, helados, entre otros). (INTAGRI, 2022)

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 OBJETIVO GENERAL

- Identificar el mejor enraizador en la propagación asexual de pitahaya (*Hylocereus undatus*) por medio hidropónico de raíces flotantes con dos enraizantes en la provincia de Camaná, departamento de Arequipa.

1.3.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Evaluar el número de raíces de la pitahaya roja (*Hylocereus undatus*).
- Evaluar la longitud de raíces de la pitahaya roja (*Hylocereus undatus*) en el medio hidropónico de raíces flotantes.
- Evaluar el número de brotes de la pitahaya roja (*Hylocereus undatus*).
- Evaluar el tamaño final de esqueje de la pitahaya roja (*Hylocereus undatus*).

1.4 HIPÓTESIS

Es probable que exista efecto positivo en obtener una gran cantidad de raíces y brotes con los enraizadores, en la propagación asexual de Pitahaya roja (*Hylocereus undatus*) por medio hidropónico de raíces flotantes sin ningún inconveniente con respecto a contaminación por hongos.



CAPÍTULO II

2 MARCO TEORICO O CONCEPTUAL

2.1 ANÁLISIS BIBLIOGRÁFICO

2.1.1 ORIGEN

La pitahaya (*Hylocereus undatus*) usualmente famosa como “Fruta del Dragón” es una fruta exótica, un cultivo de enorme trascendencia nutrimental que se está ampliando internacionalmente. Se genera en zonas subtropicales y tropicales de Latinoamérica, no obstante, el cultivo de pitahaya se desarrolla bien en una altitud de 0 a 1850 metros sobre el nivel del mar (m.s.n.m), con precipitaciones anuales de 650 a 1500 mm, en rango de temperatura de 15 a 27°C. En estado silvestre se puede hallar en determinados territorios como México, Venezuela, Colombia, Brasil, Costa Rica y Ecuador, en especial en la provincia de Morona Santiago cantón Palora. Además de las naciones anteriormente nombrados se puede hallar especies cultivadas de Pitahaya en Bolivia, Panamá, Curazao, Uruguay, Perú y Vietnam (Verona y otros, 2020). Becerra (1986) hay dos especies que se comercializan como es la pitahaya amarilla (*Cereus triangularis* Haw), que se cultiva en Colombia y la especie pitahaya de pulpa es de color rojo intenso (*Hylocereus undatus* Britt and Rose), cultivada en Nicaragua, en México, Guatemala y el Salvador. En cada país productor del cultivo de pitahaya hay variedades de especies e inclusive en la misma especie dominante hay enorme polimorfismo. Finalmente, existen 4 grupos de pitahayas, pero comerciales son tres los de más grande trascendencia comercial: pitahaya amarilla, pitahaya roja de pulpa blanca y pitahaya roja de pulpa roja.

2.1.2 TAXONOMÍA

Según Torres (2015) a partir de la perspectiva taxonómica la pitahaya pertenece al género *Hylocereus* familia Cactaceae. Las especies pertenecientes al género *Hylocereus* son plantas trepadoras con raíces aéreas que generan un fruto glabro con largas brácteas. Las especies del género *Hylocereus* son diploides ($2n=22$). Las cactáceas entienden 120 a 200 géneros, donde 1500 a 2000 especies se hallan en condiciones semidesérticas y zonas tropicales cálidas de América Latina. Las cactáceas son apreciadas primordialmente por sus cualidades ornamentales, empero además hay alrededor de 250 especies que son cultivadas como frutales y cultivos industriales. No obstante, escasas especies son de trascendencia económica.

Como señalan Verona y otros (2020) corresponde la siguiente clasificación taxonómica: Reino Plantae, División Magnoliophita, Clase Magnoliopsida, Orden Caryophyllale, Familia Cactaceae – cactácea, Género *Hylocereus*, Especie *H. extensus* (Salm-Dyck ex De Candolle) *H. setaceus* (Salm-Dyck ex De Candolle) *H. tricae* (Hunt) *H. minutiflorus* Br. and R. *H. megalanthus* (Schum. ex Vaupel) *H. stenopterus* (Weber) Br. and R. *H. calcaratus* (Weber) Br. and R. *H. undatus* (Haw.) Br. and R. *H. escuintlensis* (Kimn.) *H. ocamponis* (Salm-Dyck) Br. and R. *H. guatemalensis* (Eich.) Br. and R. *H. purpusii*. *H. costaricensis* (Weber) Br. and R. *H. trigonus* (Haw.) Safford *H. triangularis* (L.) Br. and R. *H. monacanthus*.

2.1.3 FISILOGIA

Para Andrade y otros (2006) la pitahaya roja (*Hylocereus undatus*) es una cactácea, la mayor parte de las cactáceas muestran el metabolismo ácido de las crasuláceas (MAC), el cual es productivo para las plantas que crecen en sitios con escasas de agua, como los desiertos y las copas de los árboles. Las pitahayas se desarrollan como epifitas en climas con escasa alteración climática, debido a que resultan muy propensos a temperaturas bajas. Este cultivo es bastante resistente a la sequía y tienen la posibilidad de preponderar a partir del grado del océano hasta 1850 m, necesitan temperaturas de 18 a 26 °C, con precipitaciones de 650 a 1500 mm anuales, y su desarrollo mejor se consigue en climas cálidos subhúmedos (Osuna, T; Valdez, J; Sañudo, J; Hernandez, S; Villarreal, M; Osuna, J, 2016).

- **FISIOLOGÍA DEL ENRAIZAMIENTO**

Para interpretar el proceso de inducción de raíces, comúnmente se acude a la teoría de la rizocalina de Bouillene. Esta teoría, emitida en 1955, plantea que un compuesto fenólico específico (dihidroxifenol) actúa como cofactor del enraizamiento. Este cofactor es producido en las hojas y yemas de la estaca y después traslocado a la región de enraizamiento, donde en presencia de un factor no específico, es translocado y se encuentra en concentraciones mínimas en los tejidos (la auxina) y de una enzima específica, localizada en las células de ciertos tejidos (polifenol-oxidasa) completan un complejo (la rízocalina) que actúa como estimulante de la rizogénesis (Bonga, 1982).

Los factores que componen este complejo junto a otros factores determinantes de naturaleza endógena y ambiental harían posible el enraizamiento, mientras que la ausencia de alguno de ellos lo impediría.

Los polímeros de dihidroxifenol actuarían como un protector de la auxina (la cual se puede oxidar en presencia de luz de baja intensidad), teniendo como función mantener los tejidos en un estado de reducción. Esto significa que ellos actúan como antioxidantes pudiendo mantener bajo el potencial redox (óxido- reducción), lo que es una condición asociada y propia de las etapas juveniles, la que a su vez es la condición más favorable para el enraizamiento.

Seguidamente, se obtuvo evidencia de que la auxina al momento de formar un complejo con un factor móvil desconocido podía inducir la formación de raíces, lo que coincidía con lo propuesto por Bouillene, pero se denegó el concepto de la intervención de una enzima no móvil acertando que la auxina misma produce la desdiferenciación celular y determina el sitio de formación de las raíces (Hartmann & Kester, 1997).

Comúnmente se ha mencionado a la auxina como el factor que ejecuta la acción inductora desencadena la secuencia de etapas que culminan con la rizogénesis. Evidentemente, en especies fáciles de enraizar se ha observado que la aplicación exógena de una auxina sintética incrementa sustancialmente el movimiento de carbohidratos, compuestos nitrogenados y otros, desde el ápice hacia la base de la estaca, favoreciendo el fenómeno rizogénico. Por otra parte, se reconoce que el efecto regulador de crecimiento depende tanto de la especie como del grado de madurez del

árbol, o del órgano, desde donde se extrae la estaca (Aguilar, 2015 como se citó en Celestino, 1985, p. 21-23).

- **SUSTENTO ANATÓMICO Y FISIOLÓGICO EN LA FORMACIÓN DE RAÍCES**

En la propagación por estacas leñosas y por estacas con yema foliar, sólo es necesario que se forme un nuevo sistema de raíces adventicias, ya que existe un sistema caulinar en potencia una yema para el enraizamiento (Hartmann & Kester, 1997).

Se describirán los diferentes procesos anatómicos y fisiológicos involucrados en la obtención del enraizamiento a partir de las estacas:

- **FORMACIÓN DE RAÍCES ADVENTICIAS**

Las raíces adventicias son de dos tipos: las raíces preformadas y las raíces de lesiones.

Las primeras se desarrollan naturalmente en los tallos o ramas cuando todavía están adheridas a la planta madre pero que no emergen sino hasta después de que se corta la porción del tallo. Las raíces de lesiones se desarrollan sólo después de que se ha hecho la estaca, una respuesta al efecto de lesión al preparar la misma. Cuando se obtiene una estaca, las células vivientes que están en las superficies cortadas son lesionadas, quedando expuestas las células muertas y conductoras del xilema. El proceso subsecuente de cicatrización y regeneración ocurre en tres pasos: En primer lugar, al morir las células externas lesionadas, se forma una placa necrótica que sella la herida con un material suberoso (suberina) y tapa el xilema con goma. Esta placa protege las superficies cortadas de la desecación. A continuación, y luego de unos cuantos días, las células que

están detrás de esa placa empiezan a dividirse y se puede formar una capa de células de parénquima (callo). Finalmente, a esto, en ciertas células próximas al cambium vascular y al floema se empiezan a iniciar raíces adventicias (Hartmann & Kester, 1997).

Las alteraciones anatómicas observadas en el tallo durante la iniciación de la raíz pueden dividirse en cuatro fases:

- a) Desdiferenciación de células maduras específicas.
- b) Formación de células iniciales de raíz en ciertas células cercanas a los haces vasculares, las cuales se han vuelto meristemáticas por desdiferenciación.
- c) Desarrollo subsecuente de estas células iniciales de raíces en primordios de raíces organizados.
- d) La salida de los primordios de la raíz hacia el exterior a través del tejido del tallo más el inicio de las conexiones vasculares entre los primordios de la raíz y los tejidos conductores de nuestro esqueje. Según (Hartmann & Kester, 1997) en plantas leñosas perennes, en las cuales hay una o más capas de xilema y floema secundarios, en las estacas de tallo normalmente se originan de células de parénquima vivientes, primordialmente en el xilema secundario joven, pero a veces lo hacen de otros tejidos como los radios vasculares, el cámbium, el floema, las lenticelas o la médula.

Usualmente, el origen y desarrollo de las raíces adventicias se genera cerca de y justamente fuera del núcleo central del tejido vascular. Al salir del tallo las raíces adventicias han formado una cofia y los tejidos usuales de la raíz, así como las conexiones vasculares completas con

el tallo de que se originan. Las raíces adventicias normalmente se originan dentro del tallo (endógenamente) cerca del cilindro vascular, justo fuera del cámbium (Hartmann & Kester, 1997).

- **FORMACIÓN DEL CALLO**

En este punto la estaca debe situarse en condiciones medioambientales propicias para el enraizamiento, después se desarrolla cierta proporción de callo en su extremo basal. El callo es una masa irregular de células meristemáticas en varios estados de lignificación. El callo prolifera de células jóvenes que se ubican en la base de la estaca en la región del cámbium vascular, aunque también pueden contribuir células de la corteza y de la médula. Con frecuencia las primeras raíces aparecen a través del callo, conduciendo a la creencia de que la formación de callo es esencial para el enraizamiento. En la mayoría de las plantas, la formación del callo y de las raíces son procesos independientes entre sí y cuando ocurren simultáneamente es debido a su dependencia de condiciones internas y ambientales similares (Hartmann & Kester, 1997).

Sin embargo, en algunas especies, supuestamente la formación del callo es precursora de la formación de raíces adventicias (Hartmann & Kester, 1997).

Hay evidencias de que el pH del medio de enraizamiento puede intervenir en el tipo de callo producido, lo cual a su vez afecta la emergencia de las raíces adventicias de nueva formación (Hartmann & Kester, 1997).

- **LA ACCION DE LAS HORMONAS EN EL ENRAIZAMINETO**

Según Hartmann & Kester (1997), para el comienzo de las raíces adventicias, ciertas concentraciones de materiales que suceden naturalmente tienen una acción hormonal más propicio que otras. Dentro del grupo de reguladores del crecimiento, las auxinas son las que ejercen mayor efecto en la formación de raíces adventicias en estacas.

Seguidamente se demostró que el ácido indolbutírico (AIB) y el ácido naftalenacético (NAA), aunque no sean de ocurrencia natural, eran aún más efectivos para este propósito que el ácido indolacético de ocurrencia natural. Se ha confirmado muchas veces que la auxina, natural o aplicada artificialmente, es un requerimiento para la iniciación de raíces adventicias en presencia de auxina, ya sea exógena o endógena.

Las auxinas son primordiales en el proceso de enraizamiento, porque estimulan la síntesis de etileno el cual, a su vez, favorece la emisión de raíces. Los niveles de ácido indolacético (AIA) en la planta son variables conforme a la velocidad de las reacciones de síntesis, destrucción e inactivación que, a su vez, es afectada por algunos factores, tales como: Edad fisiológica del órgano y de la planta y las condiciones ambientales, en plantas perennes de clima templado los mayores niveles de auxina son encontrados en primavera y en verano. Las concentraciones de AIA son mayores en las zonas de síntesis (regiones de crecimiento activo) y son muy bajas en tejidos ya diferenciados (Aguilar, 2015 como se citó en Fachinello & Nachtigal, 1992)

- **EFEECTO DE LOS CARBOHIDRATOS EN EL ENRAIZAMIENTO**

La fotosíntesis principal mecanismo donde la energía solar es capturada en la ATF e inmediatamente este compuesto está disponible como fuente de energía para otras reacciones dentro de la planta. Posteriormente, los azúcares formados se usan como bloques para construir otras células estructurales y compuestos para almacenamiento. La iniciación de raíces en las estacas requiere de energía. Considerando que las sustancias lipídicas normalmente no son abundantes en los tallos, la degradación de carbohidratos se constituye posiblemente en la única fuente de energía en la estaca para activar el proceso rizogénico, señalándose que el almidón, cuando está presente, actúa como la fuente principal, y posiblemente única, de energía para la iniciación y desarrollo del primordio radical (Puri & Khara, 1992).

Los hidratos de carbono y los compuestos nitrogenados están de alguna forma involucrados en el proceso de enraizamiento, pudiendo modificar, e incluso controlar, la formación de raíces (Hartmann & Kester, 1997).

Muchos investigadores han asociado positivamente los niveles de carbohidratos en las estacas con su capacidad para inducir primordios radicales, reconociendo que una adecuada reserva de hidratos de carbono, en combinación con una relación C/N alta, facilita el enraizamiento.

El almidón también ayuda a inducir el enraizamiento. Este polímero es hidrolizado por enzimas que lo dividen en segmentos, o unidades de

azúcares simples, siendo la auxina la que incrementa la actividad de las enzimas hidrolíticas (Aguilar, 2015, como se citó en RAUTER, 1983).

- **INFLUENCIA DEL ESTADO DE MADUREZ EN EL ENRAIZAMIENTO EN ESTACAS**

En lo que concierne a la propagación asexual, los procesos de maduración y envejecimiento generan una serie de dificultades.

En el caso particular de la propagación por estacas, los principales problemas asociados al envejecimiento tienen relación con la dificultad para enraizar material proveniente de plantas madre adultas, así como también con los fenómenos de variación dentro del clon. Está claramente demostrado que las estacas jóvenes enraízan mejor y exhiben un patrón de crecimiento más adecuado que aquellas estacas maduras. (Aguilar, 2015, como se citó en Roulund & Olesen, 1992)

- **FISIOLOGÍA DE EMISIÓN DE BROTES**

Existen factores químicos endógenos que influyen en la división celular en las plantas, las citoquininas, las que se caracterizan por su capacidad para promover la división celular (citocinesis) en los tejidos vegetales. Las citoquininas se forman en cualquier tejido vegetal: tallos, raíces, hojas, flores, frutos o semillas, aunque se acepta generalmente que es en las raíces donde se producen las mayores cantidades de estas hormonas. Existiendo mayor producción de citoquininas en sitios en los que el proceso de diferenciación celular haya iniciado.

La aplicación externa de citoquininas a un tejido que necesite de la hormona promueve en éste un mecanismo auto inductor de síntesis de citoquininas, con lo que su contenido y efecto fisiológico puede ir más

allá del sitio en el que se aplicó (a todos los órganos de la planta), produciendo beneficios más generalizados.

Promueven la división celular, la formación y crecimiento de brotes laterales (axilares), la germinación de algunas semillas, la maduración de los cloroplastos, participan en la síntesis de pigmentos fotosintéticos y proteínas enzimáticas junto con otros factores tales como la luz o los nutrientes, retrasan la senescencia de las hojas. La senescencia es un proceso genéticamente programado que afecta todos los tejidos vegetales (Cossio, 2013).

Cossio (2013) hace referencia que el fototropismo o fototaxia es otro factor que influye en la fisiología de emisión de brotes laterales, ya que la luz es la fuente principal de energía, razón por la cual en el caso de las plantas las hojas se orientan hacia la fuente de luz y las raíces crecen en contra de la luz. Finalmente, cuando la planta crece en oscuridad presenta tallos largos y delgados, las hojas son más pálidas y están muy separadas.

2.1.4 FENOLOGÍA

- **Crecimiento vegetativo**

Se menciona que, bajo condiciones de crecimiento natural, el desarrollo de los tallos está bastante vinculado con las lluvias. Tanto en los sitios donde las estaciones de sequía y precipitación resultan muy marcadas donde permanecen menos definidas, las brotaciones vegetativas numerosas ocurren una vez que las lluvias son más intensas y prolongadas. Sin embargo, hay brotaciones regulares básicamente durante todo el año, primordialmente en época de lluvias. El incremento

vegetativo está perjudicado por diversos componentes; la carencia de humedad y las bajas temperaturas poseen una predominación bastante fundamental, de tal forma en que las etapas de dichos componentes del medio ambiente reducen en todo el año, además el aumento de los tallos es menor o se detiene. El aumento vegetativo es favorecido por cierta proporción de sombra, pero integrar sombra desmesurada genera tallos elongados con una coloración verde oscura (Corres, 2006).

- **Desarrollo de flores y frutos**

En este periodo se relaciona con la estación lluviosa; la emergencia de las yemas florales tiene impacto luego de las primeras precipitaciones, lo demás del lapso reproductivo pasa una vez que las lluvias permanecen bien establecidas. No está comprobado, sin embargo, se asume que la longitud del día además desempeña predominación en el principio de la producción. La más grande producción de los frutos de pitahaya coincide con el solsticio de verano, de acuerdo con la proporción de horas-luz.

Dependiendo de las condiciones del territorio se puede registrar 3 ciclos. Los ciclos comprenden 3 etapas: a) La emergencia de botones florales y su desarrollo hasta la floración, que puede durar de 10 a 31 días; b) La antesis, donde cada flor abre únicamente en la noche, y cada una de las flores de la planta tienen la posibilidad de florecer en un tiempo de 3 a 5 días, y c) De la antesis a la maduración fisiológica del fruto (inicio del cambio de color de la cáscara), que puede durar de 27 a 39 días; la maduración de los frutos de toda la planta puede ocurrir de 3 a 5 días. Se ha visto que las plantas que están con sombra desmesurada

poseen una producción reducida. Si hay precipitación una vez que pasa la floración o uno o 2 días luego de ésta, el porcentaje de frutos que logran su desarrollo se disminuye extremadamente, ya que el ovario de las flores se pudre. En *Hylocereus undatus*, se vio que una vez que el impacto de las lluvias es bastante severo, puede producir una pérdida destacable de la floración, más del 80% de las flores de un periodo, mientras tanto que en situaciones favorables más del 80% de las flores logran desarrollar frutos (Corres, 2006).

FIGURA 1.

Descripción de las fases fenológicas reproductivas de (*Hylocereus undatus*).

			
FASE I BROTACIÓN	FASE II FLORACIÓN	FASE III AMARRE DE FRUTO	FASE IV MADUREZ DE FRUTO
Se observa el levantamiento de una espina donde una yema que ha sido diferenciada emerge iniciando el crecimiento de la yema floral.	Una vez que el perianto alcanza su máxima longitud (25-30) la flor abre a partir de las primeras horas y permanece abierta hasta las 7 am del mismo día, aproximadamente.	El perianto cae y una vez fecundado el óvulo comienza el desarrollo del fruto.	Los frutos adquieren el color característico de la variedad observada. El cambio de color y firmeza de fruto son los indicadores para su cosecha.

Nota: (Martinez y otros, 2017)

2.1.5 MORFOLOGÍA

- **RAÍZ**

Las pitahayas muestran 2 tipos de raíces: a) la raíz primordial, que se origina en la radícula y que poco después deja de desarrollarse y se atrofia, y b) las raíces adventicias, básales y aéreas, que en los dos casos se inician del haz vascular. Las raíces de pitahaya se hallan en los primeros 5

centímetros de hondura, ubicándose lo demás en los próximos 5 centímetros, su incremento horizontal es dependiente del vigor de la planta. Las raíces adventicias basales nacen en el fragmento del tallo que está dentro del suelo, son largas, delgadas y ramificadas y se distribuyen superficialmente en el suelo. Las raíces adventicias aéreas aparecen indistintamente a lo largo de los tallos, le sirven para fijarse al soporte y varias de ellas llegan hasta el suelo, con lo cual amplían la zona de absorción de humedad y nutrientes. Las pitahayas propagadas vegetativamente poseen ambos tipos de raíces adventicias, sin embargo, carecen de raíz principal (Corres, 2006).

- **TALLO**

El sobrenombre considerable para los tallos de pitahaya es la de filocladodios, que, aunque no son excelentes estructuras para el almacenamiento de agua, pero tienen la suficiente capacidad para almacenarla y utilizarla durante periodos cortos de sequía.

Los tallos son triangulares, trepan por los árboles, resultan muy largos y ramificados, de 3 a 7 centímetros de diámetro. El cultivo de pitahaya muestra un tallo succulento que son carnosos y poseen 3 aristas o costillas, en la parte central presentan un círculo leñoso en donde está el haz vascular que es el grupo de conductos que transportan agua y nutrimentos, de alrededor de 1 centímetros de diámetro, que le sirve como esqueleto a la planta. Las aristas del tallo son onduladas; entre cada par de ondulaciones existe una areola o yema en donde se originan los brotes vegetativos y reproductivos y además las raíces adventicias. Los tallos permanecen divididos en fragmentos de 5 a 150 centímetros de extenso. Los tallos

maduros muestran un color verde oscuro, en tanto que los tallos adolescentes y los brotes pequeños son de color verde claro, el tallo cumple las funcionalidades de fotosíntesis; sobre el margen de la costilla hay un borde bastante delgado de color café. El tallo está dividido en 4 tejidos, teniendo en la parte exterior la epidermis, compuesta por una sola capa de células, cubierta por cutina, además muestra la primordial funcionalidad que es retener agua, defensa contra plagas, patologías, de la luz profunda y puede mantener el control del cambio gaseoso. Ambas funcionalidades permanecen al mando de la cutina, la tercera funcionalidad la controla la epidermis por medio de las estomas. En la parte interna, está la hipodermis, compuesta por la colénquima que tiene altas concentraciones de pectina y hemicelulosa; la pectina retiene el agua lo que rellena los muros y las hace duras empero flexibles, por lo que los tallos tienen la posibilidad de extenderse, contraerse al perder agua sin padecer males, además muestra los canales subestomáticos como continuación de las estomas y llegan al colénquima para permitir el trueque gaseoso. El tercer tejido es la clorénquima, donde se origina la fotosíntesis, en la pitahaya la clorénquima es bastante exuberante relacionadas con el parénquima sin clorofila, puesto que este último casi no existe excepto en la médula, no obstante, en la mayor parte de las cactáceas, el parénquima sin clorofila es bastante exuberante y ejerce un papel bastante fundamental en el almacenamiento de agua y nutrimentos. Los haces vasculares se hallan entre la médula y el tejido parenquimatoso.

Se demostró en varios estudios que la pitahaya realiza el metabolismo ácido de las crasuláceas o más distinguido como CAM, este metabolismo

sirve para fijar CO₂, el cual se caracteriza ya que sus estomas se abren a lo largo de la noche para realizar el cambio gaseoso y los cierran a lo largo del día, en tallos de 6 meses de edad con un contenido relativo de agua del 90% presentaron el CAM, observándose una tendencia más grande de absorción de CO₂ al finalizar la noche, una vez que el contenido relativo de agua ha sido del 60%. (Corres, 2006).

- **AREOLAS**

Los tallos o cladodios suculentos, verdes y fotosintéticos, estas se caracterizan por presentar costillas o aristas gruesas que los recorren longitudinalmente. Las hojas típicas se transforman en acúleos (de 2 a 4 mm) dispuestos en los bordes, formando fascículos en las denominadas aréolas (pequeñas almohadillas homólogas de las yemas que originan brotes e inflorescencias) (Motesinos y otros, 2015).

- **FLOR**

Según Motesinos, J; Rodríguez, L; Ortiz, R; Fonseca, M.; Ruiz, G; Guevara, F. (2015) las flores son hermafroditas y actinomorfas, se introducen sobre los tallos, presentan forma tubular, son grandes (de 20 a 40 cm de longitud y hasta 25 cm en su diámetro mayor), siendo atractivas para los polinizadores, esencialmente mamíferos voladores como los murciélagos en el caso de las pitahayas rojas; abren solamente en una ocasión en la noche, aparecen en general solitarias y presentan un periantio heteroclamídeo. El verticilo sexual masculino está formado de varios estambres dispuestos en espiral que generan granos de polen tricolpados. El ovario del gineceo es ínfero con numerosos carpelos soldados y unilocular (cubierto de acúleos en el caso de *Selenicereus*) que se alarga

en un único estilo con brácteas completamente verdes o verdes con orillas rojas y pétalos blancos, amarillos o rosados, el cual contiene numerosos primordios seminales crasinucelados y bigtégmicos, con largos funículos arreglados en una placentación basal o parietal por último la flor presenta una cámara nectarial.

- **FRUTO**

El fruto es una baya globosa o subglobosa (dehiscente en el género *Hylocereus* e indehiscente en el género *Selenicereus*), mide aproximadamente 8 a 15 cm de largo y de 6 a 10 cm de diámetro, su pericarpelo es de color rojo o amarillo. El peso del fruto varía de 350 a 700 g, e incluso llegan a pesar hasta 970 g. (Motesinos, J; Roriguez, L; Ortiz, R; Fonseca, M; Ruiz, G; Guevara, F 2015)

- **SEMILLA**

Las semillas son numerosas, pequeñas (1 a 2 mm), con funículo largo, esta última estructura une a la semilla con la pared interna del fruto. Las semillas están distribuidas en toda la pulpa, presentan la testa negra, brillante y lisa, están rodeadas por una sustancia pegajosa (Corres, 2006).

2.1.6 VARIEDADES

Para Motesinos, J; Roriguez, L; Ortiz, R; Fonseca, M; Ruiz, G; Guevara, F. (2015) las especies *H. undatus*, *H. polyrhizus*, *H. costaricensis*, *H. triangularis* y *H. purpusii*, denominado usualmente como pitahaya roja, son cultivadas en Centro América e Israel, en tanto que la pitahaya amarilla *Selenicereus* spp., con 20 especies, esta encuentra distribuida en Bolivia, Perú, Ecuador, Colombia y Venezuela. El uso principal de la pitahaya es

alimenticio, sobre todo el fruto, aunque también se informa el consumo de las flores como legumbre y el de los brotes tiernos como hortaliza fresca. Las más de 20 variedades de pitahaya que se distinguen por el color de la cáscara (roja, amarilla, verde), pulpa (blanca, roja, rosada). Entre las variedades de cáscara amarilla tenemos: Palora y colombiana. Las de cáscara roja: American Beauty, Alicia, Estrella Negra, Bloody Mary, Jaina roja, Jaina vietnamita, etc.

LISTA DE VARIEDADES:

- Alice
- American beauty
- Bloody mary
- Cosmic Charlie
- Costa rican sunset
- Dark star
- David vowie
- Delight
- Guyete
- Halley's comet
- Harpua
- L.A Woman
- Lake atitlan
- Makisupa
- Natural mystic
- Neitzel
- Physical graffiti

- Purple haze
- Red jaina
- Seoul kitchen
- Thompson
- Vietnamese jaina
- Voodoo child
- Yellow dragón fruit

2.1.7 PROPAGACIÓN SEXUAL

Según Corres (2006), la pitahaya es propagada mediante semillas maduras, las cuales se extraen de manera directa del fruto. Estas semillas se lavan y se tamizan tantas veces hasta quitar todo el residuo del mesocarpio; después se ponen a germinar. Sin embargo, de acuerdo con Corres (2006) no es aconsejable este método en relación con los objetivos comerciales, ya que la planta tarda de 4 a 6 años en llegar a su fase provechosa y necesita demasiados cuidados en la etapa de semillero y vivero.

2.1.8 PROPAGACIÓN ASEXUAL

Se realiza mediante cladodios o estacas, sin embargo, no se ha logrado obtener una técnica de propagación que permita la formación de un sistema radical uniforme, abundante, vigoroso y en poco tiempo, lo cual ha generado que las plantas tarden más tiempo en adaptarse a las condiciones de campo y sean menos competitivas en condiciones adversas, lo que genera bajo prendimiento, plantas que tardan bastante en llegar a producir, cosechas irregulares y menor vida útil de la planta. (Balaguera, H; Morales, E; Almanza, P; Balaguera, W, 2010)

Sin embargo, se menciona que el cladodio responde más rápido a la formación de yemas florales y frutos cuando proviene de tallos delgados y de una longitud de 20 a 30 cm.

Aunque OIRSA (2000), recomienda usar estacas con longitudes entre 25 y 30 cm, Mizrahi & Nerd (2002), afirman que la pitahaya se debe propagar con estacas entre 25 y 40 cm de longitud, mientras que encontraron una respuesta más favorable con estacas de 25 cm respecto a estacas de 15 cm. Se considera que la propagación por estacas se ve afectada por algunos factores como la variabilidad genética, el estado fisiológico de la planta matriz, edad de la planta, época del año, las condiciones ambientales y de sustrato.

2.1.9 ENRAIZADORES

El desarrollo de las plantas está regulado por dos factores fundamentales: la nutrición vegetal, mediante una adecuada disponibilidad de nutrientes esenciales en la solución del suelo o en medios hidropónicos; y fisiológicamente por la producción natural de fitohormonas, que detienen el desarrollo de las raíces y la parte aérea de las plantas. Entre las fitohormonas más importantes se encuentran las auxinas, las cuales intervienen en la elongación celular. Se sintetizan en las regiones meristemáticas de los tallos y se desplazan hacia otras zonas de la planta, principalmente hacia la raíz, estableciéndose así un gradiente de concentración.

- **FITOHORMONAS**

Ácido indolbutírico (IBA): Es una hormona vegetal compuesta por auxinas, su función en las plantas es regular el crecimiento, su origen es

sintético y es muy utilizado en agricultura por presentar resistencia a la reacción de oxidación provocada por la luz, enzimas u otros compuestos (Azcon J & Talón M., 2013).

Ácido naftalenacético (ANA): Es un fitorregulador auxínico de origen sintético de uso frecuente en la agricultura, especialmente por productores hortofrutícolas y por personas dedicadas a la producción de plantas ornamentales. Es empleado mayormente para promover el enraizamiento de esquejes, así mismo, para inducir la floración, entre otros usos (Azcon J & Talón M., 2013).

- **ENRAIZANTES COMERCIALES**

- **ROT-HOR:** Es un producto sintético cuya función es promover la formación de raíces, está compuesto por Ácido Indol Butírico (AIB) y el Ácido Alfa Naftalenacético (ANA). Está indicado esencialmente para formar raíces, en estacas, esquejes y acodos de múltiples cultivos (GRUPO ANDINA, 2014).

- Composición química:

- Ácido Alfa Naftalenocético (ANA) 0,40 %

- Ácido 3 Indol Butírico (AIB) 0,10 %

- **RAPID ROOT:** Fitohormona hecha con ácido indol butírico, es responsable de inducir el crecimiento radicular de estacas y esquejes, ya que facilita la formación de raíces y pelos absorbentes. De acuerdo con las recomendaciones del producto el uso para el enraizamiento de estacas se emplea 45 gr por 1000 unidades y además la formulación es en polvo.

- Porcentaje de ácido indol butírico (AIB) 0.30 %

2.1.10 HIDROPONIA

La hidroponía es la labor o el cultivo de plantas sin utilizar tierra o suelo.

Los componentes necesarios son el agua y los nutrientes. Entre los beneficios de la hidroponía se encuentran el ahorro y conservación del agua, la utilización eficiente de los recursos y la reducción en gran medida del uso de pesticidas.

- **SISTEMAS HIDROPÓNICOS**

Se pueden dividir en dos sistemas: los de raíces sin sustrato y los de raíces directamente en agua o sin sustrato.

- **RAICES SIN SUSTRATO**

- **SISTEMA DE MECHA O PABILO**

El sistema hidropónico de mecha o pabilo es uno de los más simples ya que no necesita de bombas eléctricas para transportar los nutrientes ni rociadores. Además, requiere pocos materiales, tales como:

- Un recipiente con una abertura en el fondo
- Una mecha especial que esté en contacto con la raíz de la planta
- La solución nutritiva
- Es importante conocer que este sistema funciona con plantas individuales y no a gran escala. Además, se recomienda utilizar plantas que requieran poca agua.

- **TÉCNICA DE INUNDACIÓN Y DRENAJE**

Con esta técnica, también conocida como flujo y reflujo, se inundan temporalmente las bandejas donde están colocados los sustratos y las plantas para que ellos absorban la solución nutritiva. Una vez los

sustratos absorben adecuadamente los nutrientes, la solución es drenada nuevamente al depósito.

Esta técnica permite que se utilicen diferentes tipos de sustratos y una variedad de vegetales. Sin embargo, debes asegurarte de que las bombas funcionen correctamente.

- **RAÍCES EN AGUA**

- **TÉCNICA DE PELÍCULA NUTRITIVA (NFT)**

La técnica de película nutritiva, conocida en inglés como nutrient film technique, es la más utilizada en la industria hidropónica.

Consiste en un sistema de bombeo utilizando tubos de PVC donde se colocan las plantas. Las plantas reciben los nutrientes del agua que se recircula constantemente a través de los tubos.

- **CULTIVO EN RAÍZ FLOTANTE (DWC)**

El sistema de raíz flotante, conocido en inglés como deep water culture, es ideal para plantas de tamaño bajo como las lechugas y algunas plantas aromáticas.

Este es uno de los sistemas más simples y de menor costo. Se suele utilizar en actividades didácticas y en salones de clase. No es recomendable para plantas altas y pesadas o para aquellas de desarrollo subterráneo como las zanahorias, las cebollas o las papas.

- **SISTEMA DE AEROPONÍA**

La aeroponía es la técnica que utiliza aún menos agua. Ya que las raíces están suspendidas en el aire.

Las plantas reciben la solución nutritiva a través de un rociador y el oxígeno lo toman del aire. También utilizan menos cantidad de

nutrientes. Las plantas se colocan dentro de un medio oscuro y reciben la solución nutritiva cada poco minuto. No obstante, esta técnica es más costosa y no se recomienda para agricultores de bajos recursos.

(Puerto Rico Farm Credit, 2021)

2.2 ESTADÍSTICAS

El cultivo de pitahaya es un producto muy rentable a nivel mundial por sus grandes beneficios nutricionales, sin embargo, son diversos países en el mundo dedicados al cultivo de la pitahaya. Vietnam, es el mayor proveedor de este producto en el mundo, con sus variedades de cáscara roja y pulpa blanca, roja y rosada, teniendo a China como su principal socio comercial y que importa alrededor del 80% de la producción de la pitahaya vietnamita. En América, sobresale Ecuador que en los últimos años ha tenido un desenvolvimiento comercial importante dentro de los mercados de Estados Unidos y Europa, gracias a los acuerdos comerciales bilaterales sostenidos.

Por el lado de la demanda, el crecimiento de los ingresos y los cambios en las preferencias de los consumidores en los últimos años ha traído consigo un aumento en el consumo de productos de mayor valor proteico y nutricional en las diversas economías a nivel mundial. Asia, Estados Unidos de América y la Unión Europea, son los mayores mercados de importación. (MIDAGRI, 2021)

CUADRO 1: Principales países productores de pitahaya

PAIS	AREA COSECHADA	RENDIMIEN TO (Ton/Ha)	PRODUCCIÓ N (Ton)	% Participació
Vietnam	55,419	35	1,074,242	50.30%
China	40,000	17.5	700,000	3208%
Indonesia	8,491	23.6	221,832	10.40%
Tailandia	3,482	7.5	26,000	1.20%
Taiwan	2,491	19.7	49,108	2.30%
Colombia	1,514	8.8	13,250	0.60%
Ecuador	1,528	7.6	11,613	0.50%
Mexico	1496	6	9,029	0.40%
Malasia	680	11.5	7,820	0.40%
Filipinas	485	15	6,063	0.30%
Camboya	440	11	4,840	0.20%
India	400	10.5	4,200	0.20%
Estados Unidos	324	18	5,832	0.30%
Perú	34.2	4.2	142	0.01%
Australia	40	18.2	740	0.03%
Sudafrica	12	8.3	100	0.005%
Total	116,836		2,134,811	

Nota: (MIDAGRI, 2021)

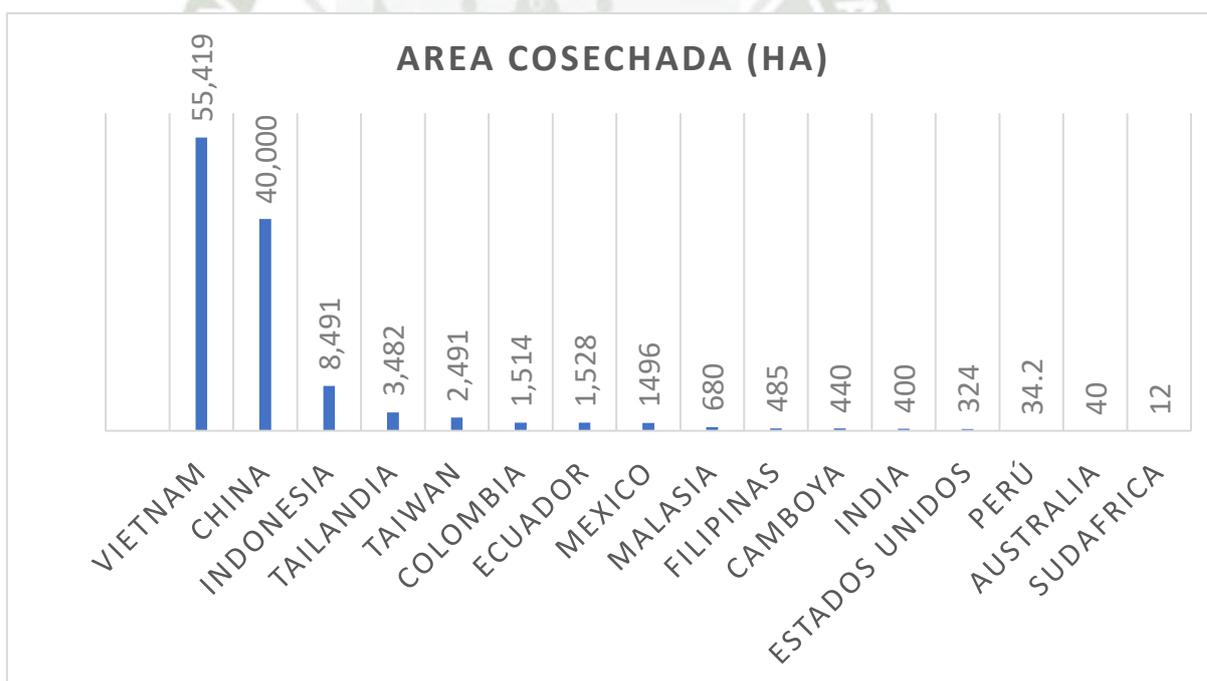


GRAFICO 1. Área cosechada por hectárea de Pitahaya (Ha)

Nota: (MIDAGRI, 2021)

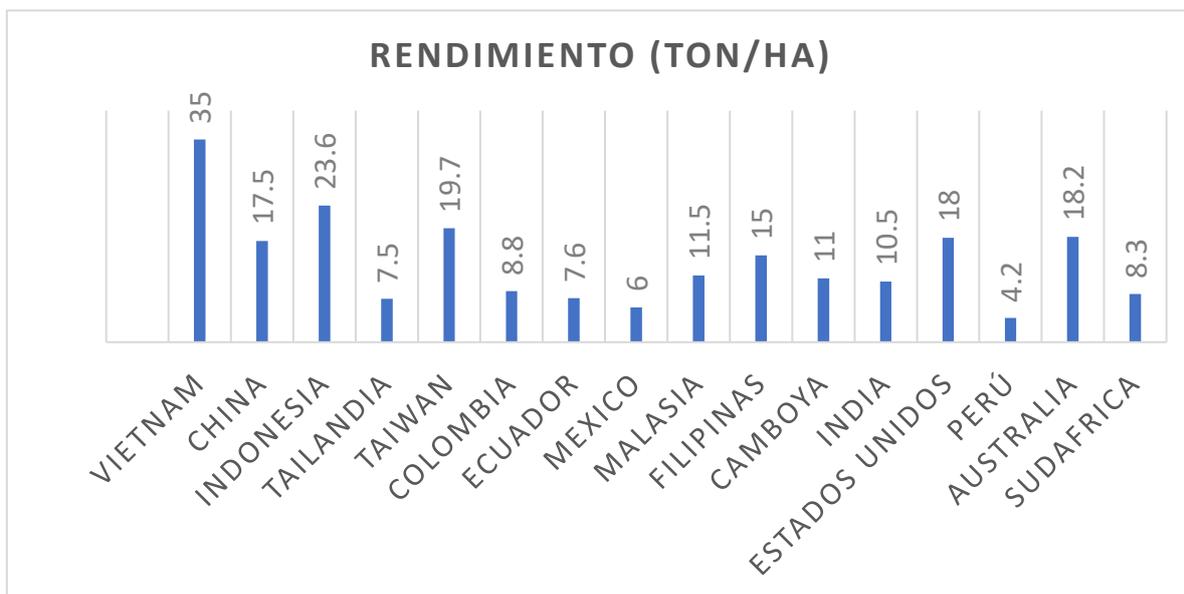


GRAFICO 2. Rendimiento tonelada por hectárea

Nota: (MIDAGRI, 2021)

Hay desafíos comerciales a los que se debería de confrontar Perú, para lograr exportar en enormes porciones el producto de la pitahaya, lo desafíos son, referente a los requerimientos de calidad y cuarentena vegetal exigidos por las naciones demandantes. Es una tendencia dada hacia la sostenibilidad y responsabilidad social y del ambiente, por lo cual las normativas a consumir actualmente para este producto son más rigurosas. Otro punto para señalar es el costo. Si bien la pitahaya para el productor es enormemente rentable, las fluctuaciones en los costos se otorgan de forma regular por un asunto de estacionalidad y de desbalance entre oferta y demanda.

CUADRO 2: Estacionalidad de cosecha de los principales productores de pitahaya.

Estacionalidad de cosecha de los principales productores de pitahaya												
Zona	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
Vietnam												
China												
Indonesia												
Tailandia												
Taiwán												
Israel												
Australia												
California												
Florida												
Hawai												
Texas												
Nicaragua												
Colombia												
Ecuador												
México												
Perú												

Nota: (MIDAGRI, 2021)

De acuerdo con Ramos (2020) la exportación de pitahaya peruana aún no encuentra un punto de despegue ni de estabilidad. De hecho, en 2019, nuestro país exportó 6.3 toneladas del conocido “fruto dragón” por un valor de US\$ 59.000 y un precio promedio de US\$ 9.8 por kilo. Dicho volumen significa un retroceso de 63% frente a los despachos del año previo.

En 2019 los envíos peruanos se dirigieron principalmente a Filipinas que tuvo 37.7% de participación, seguido de Aruba con 37.6% y Vietnam con 18.2%. En tanto, la principal exportadora del rubro fue CJ Inversiones Export & Import, que logró envíos por US\$ 29.000 (en 2018 no había hecho exportaciones).

En Perú la pitahaya se cultiva en Amazona, San Martín, Piura, Lambayeque y Junín. En la región Amazonas, en la provincia de Bongará existen alrededor de 30 hectáreas de pitahaya amarilla, divididas en los distritos de Churuja, Jazán, Chipasbamba, San Pablo de Valera y San Jerónimo. En la provincia de Rodríguez

de Mendoza de esa misma región, también se extienden cinco hectáreas de este producto Piura, aproximadamente hay 15 hectáreas instaladas, 3 hectáreas en el sector de Tejedores, 6 ha. en Milingas (San Lorenzo), 5 ha. en el Medio Piura y 1 ha. en Chacalalá (Sullana), dividido en forma proporcional para la pitahaya roja y pitahaya amarilla. (MIDAGRI, 2021)

CUADRO 3: Perú, producción (Ton) de pitahaya (Principales zonas productoras).

REGION	PRODUCCIÓN (Ton)				
	2016	2017	2018	2019	2020
AMAZONAS	72	79	131	109	116
ICA	25	27	27	29	56
LA LIBERTAD	0	0	0	4	6
LIMAS	0	0	0	0	159
TOTAL	97	106	158	142	337

Nota: (MIDAGRI, 2021)

CUADRO 4: Perú, área cosechada (Ha) de pitahaya (Principales zonas productoras).

REGION	ÁREA COSECHADA (Ha.)				
	2016	2017	2018	2019	2020
AMAZONAS	13	23	24	26	30
ICA	5	5	5.2	5.2	6.7
LA LIBERTAD	0	0	0	3	2
LIMAS	0	0	0	0	6
TOTAL	18	28	29.2	34.2	44.7

Nota: (MIDAGRI, 2021)

CUADRO 5: Perú, rendimiento (T/Ha) de pitahaya (Principales zonas productoras).

REGION	RENDIMIENTO (T/Ha)				
	2016	2017	2018	2019	2020
AMAZONAS	6	3	5	4	4
ICA	5	5	5	6	8
LA LIBERTAD	0	0	0	1	3
LIMAS	0	0	0	0	25
TOTAL	11	8	10	11	40

Nota: (MIDAGRI, 2021)

CUADRO 6: Perú, rendimiento (T/Ha) de pitahaya (Principales zonas productoras).

REGION	PRECIOS (S/.Kg)				
	2016	2017	2018	2019	2020
AMAZONAS	4.4	4.8	22.1	11.6	11.6
ICA	11.6	15.6	15.3	14.4	11.2
LA LIBERTAD	0	0	0	0	7.1.
LIMAS	0	0	0	0	6
TOTAL	16	20.4	37.4	26	28.8

Nota: (MIDAGRI, 2021)

2.3 ANTECEDENTES DE INVESTIGACIÓN

- A. Rojas Segovia (2020), en su trabajo sobre el efecto de dos enraizadores y una mezcla en la propagación por estacas de *Hylocerus undatus* en Santiago de Chuco, La Libertad, se trabajó cuatro tratamientos (T0: Testigo sin hormona; T1: 1000 mg de AIA; T2: 1000 mg de AIB y T3: 500 mg de AIA + 500 mg de AIB). Tras ello evaluó el número promedio de raíces, longitud de raíces, porcentaje de sobrevivencia al enraizamiento, enraizamiento de estacas, número de yemas, longitud de yemas y ancho de yemas estas variable se evaluaron a los 45 días después de averse establecido en campo. Al finalizar el proceso de enraizamiento en campo llego a la conclusión que todos los tratamientos tienes efecto significativo en cuanto al número promedio de raíces (0.07) y longitud de raíces (0.016 cm), a sí mismo en el número (0.089), longitud (0.794 cm) y ancho de yemas (0.513cm) por planta respectivamente, sobresaliendo en tratamiento T1 que contiene 1000 mg de AIA, con el que se obtuvo mejores resultados en la variables evaluadas.
- B. Rodriguez Portocarrero (2019), realizo el trabajo sobre el efecto del ácido indolbutírico en la propagación vegetativa de la pitahaya amarilla (*Selenicereus megalantus* Haw.) en diferentes sustratos bajo condiciones de

vivero, en este trabajo se utilizó esquejes homogéneos, diferentes dosis de ácido indolbutírico (AIB), diferentes sustratos (tierra negra, turba y tierra negra más turba) y se realizó un diseño experimental completamente al azar con arreglo factorial de $4 * 3$ con 12 tratamientos y tres repeticiones y las variables a evaluar fueron: número de raíces, longitud de raíces, número de brotes, longitud de brotes y el tamaño de esqueje final. Se llegó a la conclusión que la presencia de brotes no obtuvo efecto significativo para los tratamientos evaluados, así como la interacción de los sustratos utilizados no presentan efecto significativo, a nivel radicular se puede obtener mejores resultados a la concentración de 4000 y 3000 mg/L, para la longitud y número de raíces, pero no son estadísticamente significativos, ya que el AIB y los sustratos no presentan diferencia estadística en la longitud de raíces y número de raíces.

- C. Aguilar (2015), trabajó en la evaluación de tres enraizantes y dos tamaños de cladidos en la propagación asexual de pitahaya amarilla *Cereus triangularis* (L.) Haw. Indica que trabajo con un tratamiento testigo, Acido alfa-naftalenalenacético (ANA) que presenta el enraizante comercial Hormonagro, sustrato (estiércol de bovino con fósforo), *Trichoderma harzianum* ThLE24 y *Trichoderma harzianum* ThLE26, además con dos tamaños distintos de estacas: 30 y 50 centímetro, con las variables: número de brotes, longitud de brotes, diámetro de brotes, peso de brotes, volumen de brotes, número de raíces principales, Longitud de raíces y peso de raíces con un periodo de evaluación de 90 días. Llegó a la conclusión que no existe significancia para los enraizantes en la propagación asexual de pitahaya amarilla *Cereus triangularis* (L.) Haw. En el tamaño de estaca de 50 centímetros si influyó significativamente en las variables longitud de brotes (101, 52 cm), peso de

brotos (122, 98 g), número de raíces (6.21) y peso de raíces (13.62) siendo mejores resultados a los cladodios de 30 centímetros.

- D. Torres (2015) realizó la investigación propagación asexual de pitahaya (*Hylocereus undatus*) mediante estacas empleando enraizadores ANA y AIB en el cantón puerto quito, tuvo como tratamientos (T0: Sin hormona; T1: 1000 mg/Kg + 1000 mg/Kg de AIB; T2: 1500 mg/Kg + 1500 mg/Kg de AIB; T3: 2000 mg/Kg de ANA + 2000 mg/Kg de AIB). El mejor tratamiento de la investigación fue el T3 en cuanto a su variable evaluada longitud de raíces obteniendo 20.15 centímetros y además se obtuvo el mejor porcentaje de enraizamiento.
- E. Alcarazo (2021), en su investigación Influencia de dos productos hormonales con tres dosis auxínicas en el enraizamiento de cladodios de “Pitahaya” (*Selenicereus megalanthus* K. Schum. ex Vaupel) trabajó con dos enraizantes comerciales como el Max Rayz y Root Hor que están compuestos por auxinas, estos productos al ser diluidos en agua alcanzaron concentraciones de 1000, 2000 y 3000 ppm de auxinas. Los tratamientos que realizó fueron (T1: Max Rayz 1000 ppm auxinas; T2: Max Rayz 2000 ppm auxinas; T3 Max Rayz 3000 ppm auxinas; T4: Root-Hor 1000 ppm auxinas; T5: Root-Hor 2000 auxinas y T6: Root-Hor 3000 auxinas). Menciona que obtuvo diferencia estadística en su variable número de raíces, ya que solo obtuvo efecto significativo a nivel de producto y las dosis tanto como la interacción de producto con dosis, no influyeron estadísticamente en esta variable.
- F. Solo en el periodo de evaluación de 90 días existieron diferencias significativas entre el testigo y los tratamientos en estudio. El producto que más influyó en el número de raíces fue Root-Hor, el cual permitió obtener más

de 5 raíces en promedio. En cuanto al tamaño de raíces solo existieron diferencias significativas en el producto en los primeros 30 días. Por otro lado, la dosis y la interacción de productos con las dosis no tuvieron efecto sobre esta variable. Por último, en el análisis de longitud de brotes a los 60 días encontró efectos significativos entre los tratamientos en estudio con el testigo, así como diferencias a nivel de producto e interacción de producto y dosis. En cambio, a los 90 días solo existieron diferencias significativas a nivel de producto, siendo Root-Hor superior a Max Rayz.

- G. Garbanzo, G; Vega, E; Rodriguez, J; Urbina, Cesar; Lazaro, W; Alvarado, K; Barrientos, R; Duarte, K; Mora, J; Trujillo, V; Rojas, J (2021), realizaron la investigación evaluación de tamaño de cladodios y bio-estimulantes de enraizamiento para la propagación de pitahaya. Realizaron dos experimentos; en el primero se utilizaron cladodios de 40 cm bajo tres soluciones naturales (agua de pipa, coco y lentejas) a concentraciones de 150, 300 y 600 ml. En el segundo, se evaluó el tamaño de los cladodios entre los 20 y 110 cm. Todos los cladodios se sembraron durante 60 días en bolsas de vivero y luego se midió el largo y ancho del brote, longitud y número de raíces, peso seco y fresco de raíces, y la medida alométrica “LxA”. Concluyeron que el agua de coco a 300 y 600 ml evidenció 8 cm más de longitud del brote, mientras que el agua de pipa a 300 ml dio como resultado el mayor peso seco y fresco de las raíces, así mismo se demostró que un mayor tamaño del cladodio se presenta una mayor brotación.
- H. Balaguera, H; Morales, E; Almanza, P; Balaguera, W (2010), con el trabajo el tamaño del cladodio y los niveles de auxina influyen en la propagación asexual de pitaya (*Selenicereus megalantus* Haw.). Evaluaron el efecto de diferentes

concentraciones de AIB y de dos tamaños de cladodio en el enraizamiento de estacas de pitaya, con la finalidad de obtener plantas listas para llevar a campo con un sistema radicular de calidad. Las concentraciones de ácido indol butírico fueron cuatro (0, 1500, 3000, 4500 mg L) y de dos tamaños de estacas (40 y 60 cm de altura). En los resultados se demostró que la aplicación de 4500 mg L de ácido indol butírico (AIB) a las estacas de 60 cm, se logró obtener mayor enraizamiento, longitud de raíces y brotes, masa fresca y seca; por lo tanto, este tratamiento es el recomendable para la propagación asexual de la pitaya.

- I. Flórez, S. (2009), en su investigación referente a las soluciones nutritivas en la producción de injertos en cactáceas con la intención seleccionar una solución nutritiva que favorezca el desarrollo de cactáceas con problemas de lento desarrollo, limitado sistema radical y falta de pigmentos fotosintéticos, cultivadas en sistema hidropónico en condiciones de invernadero; estableció dos experimentos utilizando como portainjerto a *Hylocereus trigonus* e *Hylocereus undatus*; y *Lobivia sylvestrii* forma aurea, *Notocactus leninghausii* y *Copiapoa tenuissima* forma cristata como injerto sus tratamientos fueron solución de steiner al 25% aplicada a *Lobivia sylvestrii* forma aurea, solución 2:2:4 de npk al 25% aplicada a *Lobivia sylvestrii* forma aurea, solución la molina al 25% aplicada a *Lobivia sylvestrii* forma aurea, agua destilada acidulada (testigo) aplicada a *Lobivia sylvestrii* forma aurea, solución de steiner al 25% aplicada a *Notocactus leninghausii*, solución 2:2:4 de npk al 25% aplicada a *Notocactus leninghausii*, solución la molina al 25% aplicada a *Notocactus leninghausii*, agua destilada acidulada (testigo) aplicada a *Notocactus leninghausii*, solución de steiner al 25% aplicada a *Copiapoa*

tenuissima forma cristata, solución 2:2:4 de npk al 25% aplicada a *Copiapoa tenuissima* forma cristata, solución la molina al 25% aplicada a *Copiapoa tenuissima* forma cristata, agua destilada acidulada (testigo) aplicada a *Copiapoa tenuissima* forma cristata. Llego a la conclusión de que las tres soluciones nutritivas evaluadas (Steiner, 2:2:4 de NPK y La Molina) favorecieron en el desarrollo de las especies. Además, con el uso de las soluciones nutritivas mencionadas favorece el desarrollo del injerto y con las características demandadas por el mercado, utilizando como portainjerto a *Hylocereus undatus* se recomienda utilizar la solución La Molina o la Steiner en las especies *Notocactus leninghausii* y *Copiapoa tenuissima* forma cristata bajo sistema hidropónico para obtener plantas con mayor crecimiento y desarrollo de la planta, mayor desarrollo del sistema radical y por tanto plantas sanas con valor comercial.

- **UBICACIÓN POLÍTICA:**

El presente trabajo se realizó AA. HH Juan Pablo Vizcardo y Guzmán H-02, en el distrito de Samuel Pastor la Pampa, en la Provincia de Camaná y Departamento de Arequipa.

- **UBICACIÓN GEOGRÁFICA:**

Latitud: -16.625

Longitud: -72.7117

Latitud: 16° 37' 30" Sur

Longitud: 72° 42' 42" Oeste

- **EL TIEMPO EN LA PROVINCIA DE CAMANA**

Las temperaturas máximas diarias son alrededor de 24 °C, en ocasiones bajan a menos de 21 °C o sobrepasan los 27 °C. La temperatura mínima promedio diaria es 23 °C.

Las temperaturas mínimas diarias son alrededor de 18 °C, rara vez bajan a menos de 15 °C o exceden 21 °C. La temperatura mínima promedio diaria es 17 °C. Principalmente estos datos se obtienen el mes de agosto.

Como referencia los meses de enero y febrero, el día más caluroso del año, las temperaturas en Camaná generalmente varían de 22 °C a 27 °C, mientras que el mes de agosto el día más frío del año, varían de 17 °C a 23 °C. (Weather, 2017)

3.1.2 MATERIAL VEGETAL

Esquejes de pitahaya roja *Hylocereus undatus*, llamada comúnmente pitahaya de variedad American Beauty, es la especie más cultivada del género *Hylocereus*. Es oriunda de América Central y se distribuye

ampliamente en las regiones tropicales, donde se cultiva como planta ornamental y para cosechar sus frutos y además es de gran importancia económica.

3.1.3 MATERIAL DE CAMPO

- Calibrador vernier
- Flexómetro
- Contenedores (tinas de plástico)
- Planchas de Tecnopor
- Cutter
- Cámara fotográfica
- Materiales de escritorio
- Libreta de notas
- Lápiz
- Meza de evaluación

3.2 MÉTODOS

3.2.1 MUESTREO

- UNIVERSO

La población de estudio estuvo conformada por 128 esquejes de pitahaya roja (*Hylocereus undatus*) que se encontraron bajo condición de vivero las mismas que fueron ubicadas en el distrito de Huacho de la Provincia de Lima.

• TAMAÑO DE MUESTRA

La muestra estuvo compuesta por 72 esquejes, las mismas que fueron determinadas mediante la fórmula presente.

$$n = \frac{N \times Z_a^2 \times p \times q}{d^2 \times (N - 1) + Z_a^2 \times p \times q}$$

- **Donde:**

N = tamaño de la población

Z = nivel de confianza

P = proporción esperada: 0.5

Q = probabilidad de fracaso: 0.5

D = precisión: 1%

Fuente: (Nuñez Asmat, 2012)

- **RESOLUCIÓN**

N= 128 cladodios

Z= 2.582

d= 0.1

p= Evento esperado 0.5

q= 0.5

$$n = \frac{128 * 2.58^2 * 0.5 * 0.5}{0.1^2 * (128 - 1) + 2.58^2 * 0.5 * 0.5}$$

$$n = 72$$

- **PROCEDIMIENTO DE MUESTREO**

Se procedió a escoger el material de buena calidad y el tamaño adecuado que son los 50 centímetros para la presente investigación.

3.2.2 MÉTODOS DE EVALUACIÓN

- **METODOLOGÍA DE EXPERIMENTACIÓN**

La investigación presenta un enfoque experimental ya que se manipularán las variables de estudio para controlar el aumento o disminución de las variables observadas.

• **RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN**

- **NÚMERO DE RAÍCES:**

Se contó las raíces a los 60 y 90 días después de la instalación, tomando 3 plantas por tratamiento y repetición.

- **LONGITUD DE RAÍCES:**

Se midió con una cintra métrica (flexómetro) la longitud de cada raíz y se registrará en cm. Se medirá a los 60 y 90 días, utilizando las mismas plantas que se contabilizaron el número de raíces, midiendo desde la base del cuello radicular hasta la cofia, previo al lavado en agua.

- **NÚMERO DE BROTES:**

Se tomó apunte esta variable por observación a los 60 y 90 días después de la instalación de las estacas en las cajas, contando el número de brotes desarrollados en el esqueje, tomando 3 plantas al azar de cada unidad experimental.

- **TAMAÑO DE ESQUEJE FINAL**

Se procedió a extraer el esqueje para la medición de su tamaño en lo cual se realizó una medida en los 60 y 90 días de la evaluación.

• **EN CAMPO**

Para obtener la información experimental la investigación se realizó en el techo de una casa de 200 metros cuadrados.

- Características del campo experimental
 - Número de unidades experimentales: 12.
 - Área de lugar de experimentación: 40 m²
 - Dimensiones de contenedores: largo 48 cm y ancho 38 cm.
 - Planchas de Tecnopor: largo 2.20 y ancho 1.20.
- **TRATAMIENTOS**

CUADRO 7: En la investigación se presenta un único factor que son los enraizantes comerciales y además el testigo los enraizadores son: Root-Hor y Rapid Root.

TRATAMIENTO	DETALLE
TRATAMIENTO (T0)	Tratamiento si ningun tipo de enraizante
TRATAMIENTO (T1)	Tratamiento con RAPI ROOT (Ácido indol butírico)
TRATAMIENTO (T2)	Tratamiento con ROOT-HOR (Ácido naftalenacético)
TRATAMIENTO (T3)	Tratamiento mezcla (RAPID ROOT + ROOT-HOR)

3.3 VARIABLES DE RESPUESTA

Las variables de esta investigación se realizarán a los 90 días de establecido el experimento.

3.3.1 VARIABLES INDEPENDIENTES

Enraizadores:

- Enraizador RAPID ROOT (ácido indol-3-butírico o AIB)
- Enraizador ROOT HOR (ácido naftalenacético o ANA)
- Material vegetal
- Estacas de pitahaya roja (variedad American beauty) de 50 centímetros

3.3.2 VARIABLES DEPENDIENTES

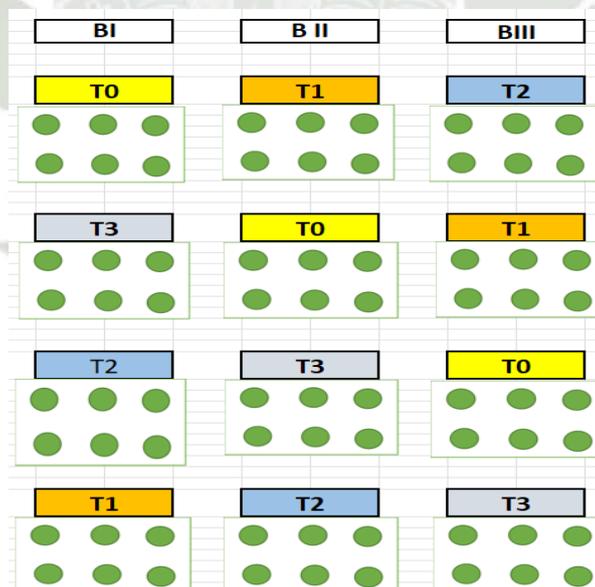
- Número de raíces
- Longitud de raíces
- Número de brotes
- Tamaño de esqueje final

3.4 EVALUACIÓN ESTADÍSTICA

3.4.1 DISEÑO EXPERIMENTAL

La presente investigación se realizó con una variedad de pitahaya American Beauty y con dos enraizantes comerciales. Se utilizó el diseño experimental conocido como Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA) con 4 tratamientos y 3 repeticiones (bloques).

- UNIDADES EXPERIMENTALES



Unidades experimentales

Nota: Elaboración propia.

- **CONTENEDORES PARA INSTALAR LOS ESQUEJES DE PITAHAYA**

Se usaron en total 12 contenedores de plástico de 10 litros y para que los esquejes queden en una buena posición sin riesgo a que se caigan o se muevan del lugar, se le incorporo una de tapa de Tecnopor y se le realizo agujeros de acuerdo con el diámetro de los esquejes.



- **ANÁLISIS ESTADÍSTICOS**

En la investigación que se utilizará es el Diseño en Bloque Completamente al Azar (DBCA), ya que el material es heterogéneo dividido en tres bloques, siendo el bloque número uno (BI) los cladodios gruesos con $7.10 \text{ cm} \pm 1.61$ en su mayoría, bloque número dos (BII) los cladodios medianamente gruesos con 5.24 ± 1.92 y bloque número tres (BIII) los delgados con 3.99 ± 1.74 . Se consideró 4 tratamiento y 3 repeticiones.

- **ANÁLISIS DE SIGNIFICANCIA**

Los datos obtenidos de la evaluación de variables en los tratamientos serán sometidos al análisis de variancia (ANVA). Los promedios serán comparados mediante la prueba de comparación de medias de Tukey con un nivel de significación de 0.05.

CAPÍTULO IV

4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 RESULTADOS

4.1.1 Número de raíces

CUADRO 8: Análisis de varianza (ANVA) de la variable número de raíces a los 60 después de la instalación (ddi). Propagación asexual de pitahaya (*Hylocereus undatus*) por medio hidropónico de raíces flotantes con dos enraizantes en la Provincia de Camaná, departamento de Arequipa.

ANVA						
F. V	G. L	S.C	Cmerror	Fcal.	Ftab.	SIGNIFICANCIA
BLOQUES	2	13.69	6.85	1.63	5.14	(ns)
TRATAM.	3	1.21	0.40	0.10	4.76	(ns)
ERROR	6	25.13	4.19			
TOTAL	11	27.55				

C.V	15.1 %
-----	--------

NS: No significativa.

Al realizar la evaluación análisis de varianza (ANVA) en la variable número de raíces a los 60 días después de la instalación se pudo observar que no existe significancia estadística en los promedios de los tratamientos en la experimentación.

CUADRO 9: Análisis de varianza (ANVA) de la variable número de raíces a los 90 después de la instalación (ddi). Propagación asexual de pitahaya (*Hylocereus undatus*) por medio hidropónico de raíces flotantes con dos enraizantes en la Provincia de Camaná, departamento de Arequipa.

ANVA						SIGNIFICANCIA
F. V	G. L	S.C	CM	FC	FT	
BLOQUES	2	19.33	9.66	2.14	5.14	(ns)
TRATAM.	3	1.49	0.50	0.11	4.76	(ns)
ERROR	6	27.07	4.51			
TOTAL	11	47.89				
C.V	13.22 %					

NS: No significativa.

Al realizar la evaluación análisis de varianza (ANVA) en la variable número de raíces a los 90 días después de la instalación se pudo observar que no existe significancia estadística en los promedios de los tratamientos en la experimentación.

4.1.2 Longitud de raíces

CUADRO 10: Análisis de varianza (ANVA) de la variable longitud de raíces a los 60 días después de la instalación (ddi). Propagación asexual de pitahaya (*Hylocereus undatus*) por medio hidropónico de raíces flotantes con dos enraizantes en la Provincia de Camaná, departamento de Arequipa.

ANVA						SIGNIFICANCIA
F. V	G. L	S.C	CM	FC	FT	
BLOQUES	2	0.69	0.35	0.03	5.14	(ns)
TRATAM.	3	110.02	36.67	3.68	4.76	(ns)
ERROR	6	59.76	9.96			
TOTAL	11	170.47				
C.V	17.0 %					

NS: No significativa.

Al realizar la evaluación análisis de varianza (ANVA) en la variable longitud de raíces 60 días después de la instalación se pudo observar que no existe significancia estadística en los promedios de los tratamiento en la experimentación.

CUADRO 11: Análisis de varianza de la variable longitud de raíces a los 90 después de la instalación (ddi). Propagación asexual de pitahaya (*Hylocereus undatus*) por medio hidropónico de raíces flotantes con dos enraizantes en la Provincia de Camaná, departamento de Arequipa.

ANVA						
F. V	G. L	S.C	CM	FC	FT	SIGNIFICANCIA
BLOQUES	2	15.93	7.97	1.07	5.14	(ns)
TRATAM.	3	110.02	36.67	4.94	4.76	(*)
ERROR	6	44.52	7.42			
TOTAL	11	170.47				

C.V	9.75 %
-----	--------

NS: No significativa.

(*): Significativo.

Al realizar la evaluación análisis de varianza (ANVA) en la variable número de raíces a los 90 días después de la instalación se pudo observar que existe diferencia significativa en los promedios de los tratamientos en la experimentación, por lo que se procedió a realizar la prueba estadística de Tukey a un nivel de confianza del 0.05.

CUADRO 12: Prueba de Tukey.

TRATAMIENTOS	PROMEDIOS	SIGNIFICANCIA
T2	32.77 cm	a
T1	28.21 cm	b
T3	25.51 cm	c
T0	25.22 cm	d

NOTA: Letras diferentes indican que no son iguales estadísticamente.

No se encontró diferencia significativa en los tratamientos T2, T1, T3 y T0 no obstante son tratamientos que obtuvieron mayor promedio de longitud de raíces, pero si se encontró diferencia significativa con los tratamientos T2 con el T3 y T2 con el T0 ya que el tratamiento T2 es superior a los tratamientos T3 y T0.

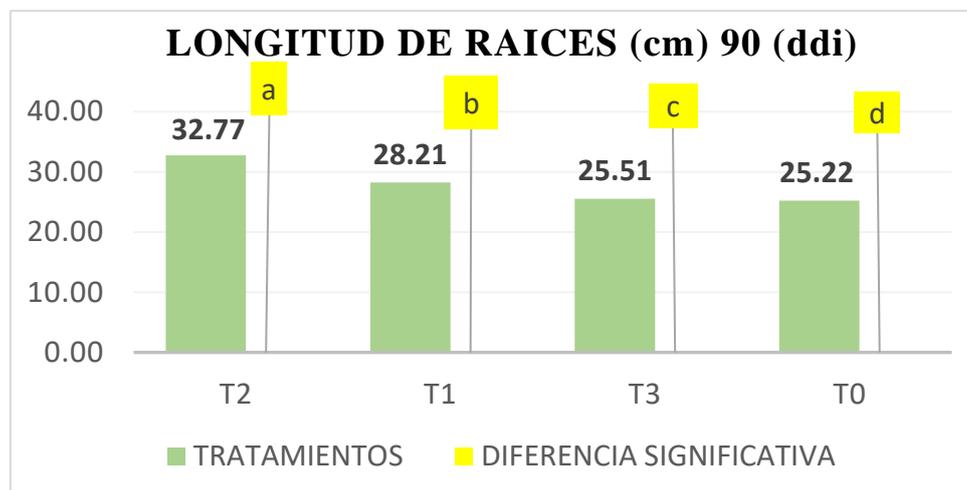


GRAFICO 3. Variable longitud de Rices a los 90 días después de la instalación.

4.1.3 Número de brotes

CUADRO 13: Análisis de varianza de la variable número de brotes a los 60 después de la instalación (ddi). Propagación asexual de pitahaya (*Hylocereus undatus*) por medio hidropónico de raíces flotantes con dos enraizantes en la Provincia de Camaná, departamento de Arequipa.

ANVA						SIGNIFICANCIA
F. V	G. L	S.C	CM	FC	FT	
BLOQUES	2	0.06	0.03	1.00	5.14	(ns)
TRATAM.	3	0.33	0.11	3.92	4.76	(ns)
ERROR	6	0.17	0.03			
TOTAL	11	0.55				

C.V	8.42 %
-----	--------

NS: No significativa.

Al realizar la evaluación análisis de varianza (ANVA) en la variable número de brotes a los 60 días después de la instalación se pudo observar que no existe significancia estadística en los promedios de los tratamientos en la experimentación.

CUADRO 14: Análisis de varianza de la variable número de brotes a los 90 después de la instalación (ddi).

ANVA						SIGNIFICANCIA
F. V	G. L	S.C	CM	FC	FT	
BLOQUES	2	0.35	0.18	1.11	5.14	(ns)
TRATAM.	3	0.48	0.16	2.25	4.76	(ns)
ERROR	6	0.47	0.08			
TOTAL	11	1.30				

C.V	8.40 %
-----	--------

NS: No significativa.

Al realizar la evaluación análisis de varianza (ANVA) en la variable número de brotes a los 90 días después de la instalación se pudo observar que no existe significancia estadística en los promedios de los tratamientos en la experimentación.

4.1.4 Tamaño de esqueje final

CUADRO 15: Análisis de varianza de la variable tamaño de esqueje final a los 60 después de la instalación (ddi). Propagación asexual de pitahaya (*Hylocereus undatus*) por medio hidropónico de raíces flotantes con dos enraizantes en la Provincia de Camaná, departamento de Arequipa.

ANVA						SIGNIFICANCIA
F. V	G. L	S.C	CM	FC	FT	
BLOQUES	2	0.70	0.35	1.19	5.14	(ns)
TRATAM.	3	1.11	0.37	1.25	4.76	(ns)
ERROR	6	1.77	0.29			
TOTAL	11	3.57				

C.V	1.08 %
-----	--------

NS: No significativa.

Al realizar la evaluación análisis de varianza (ANVA) en la variable tamaño de esqueje a los 60 días después de la instalación se pudo observar que no existe significancia estadística en los promedios de los tratamientos en la experimentación.

CUADRO 16: Análisis de varianza de la tamaño de esqueje final 90 después de la instalación (ddi). Propagación asexual de pitahaya (*Hylocereus undatus*) por medio hidropónico de raíces flotantes con dos enraizantes en la Provincia de Camaná, departamento de Arequipa.

ANVA						SIGNIFICANCIA
F. V	G. L	S.C	CM	FC	FT	
BLOQUES	2	6.35	3.18	0.40	5.14	(ns)
TRATAM.	3	29.09	9.70	1.22	4.76	(ns)
ERROR	6	47.70	7.95			
TOTAL	11	83.14				

C.V	5.47 %
-----	--------

NS: No significativa.

Al realizar la evaluación análisis de varianza (ANVA) en la variable tamaño final de esqueje a los 90 días después de la instalación se pudo observar que no existe significancia estadística en los promedios de los tratamientos en la experimentación.

4.2 DISCUSIÓN

- **NÚMERO DE RAÍCES**

En la evaluación de esta variable, no existieron diferencias significativas tanto como en el ANVA de los 60 días después de la instalación y 90 días después de la instalación, sin embargo, en cuanto a la comparación de los tratamientos evaluados se puede observar en el anexo 5 que existe promedios más altos en el tratamiento 2 en los bloques I, II y III a diferencia de otros tratamientos. El tratamiento 2 presenta el producto comercial Root-Hor, este tratamiento presenta buenos promedios esto a los 90 días de la evaluación de la variable número de raíces, ya que el producto comercial contiene 0,4 % de ANA, equivalente a 4000 ppm de este ingrediente, a diferencia del Rapid root que con tiene solo AIB que tiene una acción auxínica más débil que ANA.

(Alcarazo, 2021) encontró diferencia significativa a los 90 días entre su testigo y tratamientos y el producto comercial que más influyo en su investigación fue el Root-Hor que le permitió obtener hasta 5 raíces, en cuanto al trabajo realizado se pudo obtener hasta un promedio de 15 raíces en condiciones de hidroponía en raíces flotantes, esto debido a que el sistema hidropónico presenta un fácil manejo de la sanidad por lo que se pudo ver si las condiciones del agua eran o no las adecuadas para que se siga con el enraizamiento y así poder realizar las evaluaciones además de obtener raíces en buen estado.

Florez, S. (2009) recomienda que bajo sistema utilizar un sistema hidropónico para obtener mayor desarrollo del sistema radical y por tanto plantas sanas con valor comercial. Ya que en su investigación presentó resultados considerables en sus tratmientos con soluciones nutritivas, de acuerdo con la investigación presentada

los enraízantes comerciales presentaron resultados favorables para el óptimo enraizamiento de los cladodios de pitahaya roja (*Hylocereus undatus*).

- **LONGITUD DE RAÍCES**

En el desarrollo de la investigación se realizó en condiciones de ambiente semi controlado, ya que se le incorporó malla Rachel como sombra, por tanto, para las evaluaciones de los parámetros biométricos se realizaron a los 60 días después de la instalación (ddi) y 90 días después de la instalación.

En la tabla 05 no se encuentra diferencia estadística en el ANVA realizado, no obstante, se obtuvieron resultados considerables en la toma de datos en todos los promedios de los tratamientos reflejado en el anexo 2 en el tratamiento 2 bloque II se obtuvo 21.60 cm de longitud de raíz esto a los 60 días después de la instalación, obteniendo raíces en buen estado ya que el enraizamiento se realizó por medio hidropónico de raíces flotantes. El dato es similar a la investigación realizada por Torres (2015) que consideró una dosis alta de AIB y ANA, por lo que obtuvo hasta 20,15 cm de raíces, estos resultados se obtuvieron en los 45 días de su evaluación con una concentración de 4000 ppm que es igual a la concentración del enraizante comercial utilizado en la investigación presente.

En cuanto a los resultados en la tabla 6 se puede observar diferencia significativa en los tratamientos, seguidamente realizando la prueba estadística de Tukey a un nivel de significancia del 5 % no se encontró diferencia significativa en los tratamientos T2, T1, T3 y T0 sin embargo son los tratamientos que obtuvieron mayor promedio de longitud de raíces, pero si se encontró diferencia significativa con los tratamientos T2 con el T3 y T2 con el T0 ya que el tratamiento T2 es superior a los tratamientos T3 y T0. En el tratamiento T2 se trabajó con el

enraizante Root-Hor que presenta 4000 ppm/L de producto por lo que se utilizó 10 ml de solución para la experimentación.

Con respecto al uso del sistema de hidroponía de raíces flotantes utilizado en la investigación Florez, S. (2009) recomienda el uso de un sistema hidropónico para obtener plantas con mayor crecimiento y desarrollo radicular. De acuerdo con su investigación presentó resultados considerables en sus tratamientos con soluciones nutritivas.

- **NÚMERO DE BROTES**

En la evaluación de esta variable número de brotes, no se encontraron diferencia significativa en el ANVA de 60 días después de la instalación y 90 día después de la instalación. Pero si diferencia numérica en los tratamientos como el T1(Rapid Root 3000 ppm) que de las 3 muestras distribuidas en cada bloque se obtuvieron 4 brotes y en el T3(Mezcla de los enraizadores comerciales Root-Hor) obteniendo 3 brotes. Resultado similar a la investigación de Rodriguez (2019) indicando que obtuvo diferencia numérica de la variable número de brotes, obteniendo mayor cantidad de brotes con el tratamiento AIB 4000 mg/L con turba como sustrato. Además, coincide que no se obtuvo efecto significativo en la presencia de brotes para sus tratamientos evaluados.

- **TAMAÑO DE ESQUEJE FINAL**

En cuanto a esta última variable, no se encontró diferencia significativa, pero si se obtuvo diferencia numérica, los esquejes presentaron una sola medida de 50 centímetros por igual, los datos se obtuvieron de la siguiente manera: se midió desde la base del cladodio hasta la parte final del brote emitido. En cuanto a los promedios obtenidos, oscilaron en T0BII (Testigo) 50 centímetros manteniendo la medida inicial, T1BII (Rapid-Root 3000 ppm) 57 centímetros, T2BII (Root-Hor

4000ppm) 50 centímetros y T3BI (Mezcla de Rapid-Root y Root-Hor) con 57 centímetros al igual que el T1.

En la investigación de Rodríguez (2019) con el título de “efecto del ácido indol butírico en la propagación vegetativa de la pitahaya amarilla (*Selenicereus megalantus* Haw.) en diferentes sustratos bajo condiciones de vivero en milpucrodríguez de Mendoza” también obtuvo como resultado de no significancia en sus tratamientos, por lo que se da a conocer que el crecimiento de los esquejes no es afectado por los enraizantes comerciales utilizados en la investigación.

CAPÍTULO V

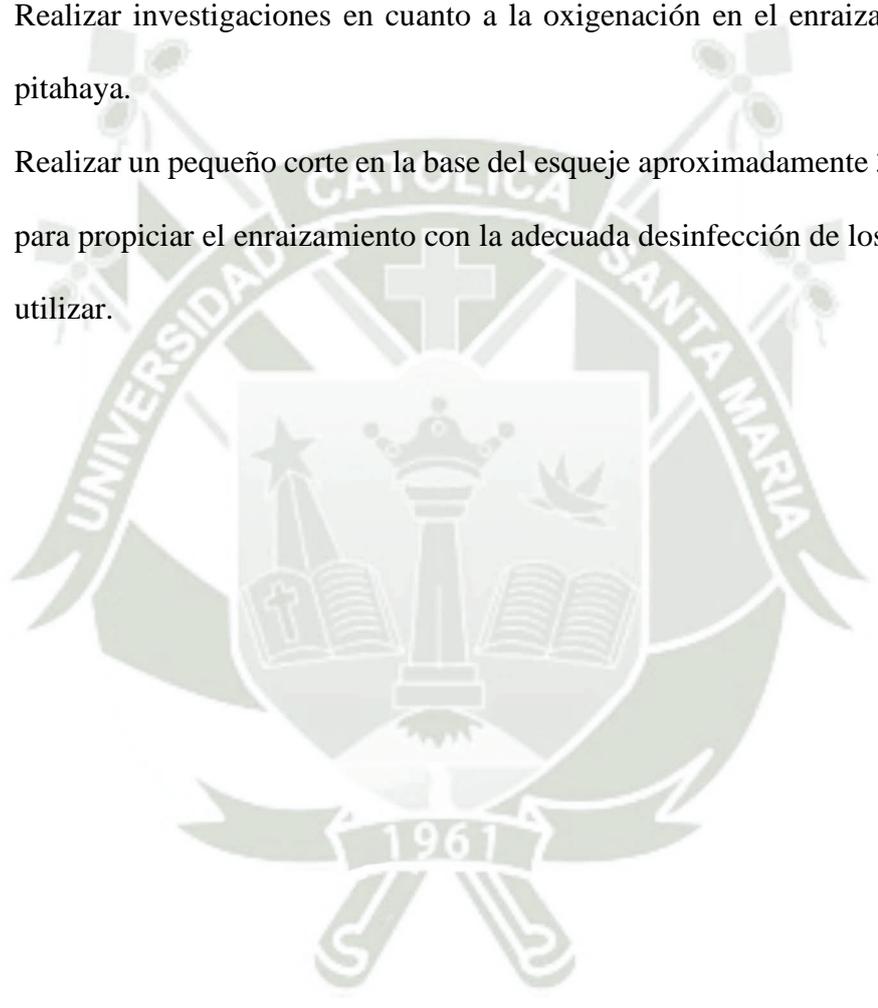
CONCLUSIONES

1. Según el número de raíces no hubo significancia estadística, pero si existió diferencia numérica, los datos obtenidos son considerables obteniendo una gran cantidad de raíces y a sí concluyendo que el medio hidropónico utilizado es una buen opción para poder obtener una gran cantidad de raíces para proporcionar un buen material vegetal.
2. En la variable longitud de raíces se obtuvo diferencia estadística teniendo al T2 como mejor tratamiento y se puede concluir que el mejor enraizante es el Root-Hor.
3. En cuanto a la variable como número de brotes se concluye que, no se presentó diferencia estadística ya que se obtuvo resultados similares en todos los tratamientos, pero sí diferencia numérica.
4. Con respecto a la variable tamaño de esqueje final, no obtuvo diferencia estadística y concluyendo que los tratamientos no influyen en los esquejes de pitahaya roja (*Hylocereus undatus*).

CAPÍTULO VI

RECOMENDACIONES

1. Evaluar el enraizamiento en otro tipo de medio hidropónico para producir en gran cantidad cladodios de pitahaya.
2. Utilizar otros enraizadores, para evaluar si hay efecto en el número de brotes.
3. Realizar investigaciones en cuanto a la oxigenación en el enraizamiento de la pitahaya.
4. Realizar un pequeño corte en la base del esqueje aproximadamente 3 centímetros para propiciar el enraizamiento con la adecuada desinfección de los materiales a utilizar.



CAPÍTULO VII

REFERENCIAS

- Aguilar, G. (2015). Evaluación de tres enraizantes y dos tamaños de cladios en la propagación asexual de la pitahaya amarilla *Cereus triangularis* (L) Haw., en Yantzaza. (*Tesis de grado*). Universidad nacional de Loja, Loja.
- Alcarazo, D. J. (2021). *Influencia de dos productos hormonales con tres dosis auxínicas en el enraizamiento de cladodios de "Pitahaya" (Selenicereus megalanthus K. Schum. ex Vaupel) en Nueva Cajamarca*. Rioja, Peru.
- Andrade, J., Rengifo, E., Ricalde, M., Simá, J., Cervera, J., & Vargas, G. (2006). Microambientes de Luz, crecimiento y fotosíntesis de la pitahaya (*Hylocereus undatus*) en un agroecosistema de Yucatán, Mexico . *Agrociencia*.
- Azcon J & Talón M. (2013). *Fundamentos de la Fisiología Vegetal*. España: McGraw-Hill Interamericana.
https://repositorio.ucss.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14095/1517/Alcarazo_Dimar_tesis_2021.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Balaguera, H., Morales, E., Almanza, P., & Balaguera, W. (2010). El tamaño del cladodio y los niveles de auxina influyen en la propagación asexual de pitahaya (*Selenicereus megalanthus* Haw.). *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*.
https://revistas.uptc.edu.co/index.php/ciencias_hortícolas/article/view/1222/1221
- Becerra, L. (1986). *El cultivo de la pitahaya*. Bogotá.
- Bonga, J. (1982). Vegetative Propagation in Relation to Juvenility, Maturity and Rejuvenation. *Springer Science+Business Media Dordrecht*.
https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-94-017-3538-4_13

- Celestino, C. (1985). Aspectos fisiológicos del enraizamiento: Su control hormonal. En propagación vegetativa de especies leñosas de interés forestal. *Curso monográfico*. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Monte, Madrid.
- Corres, D. (2006). Efecto del fertirriego en la propagación sexual y asexual de la pitahaya (*Hylocerus undatus*) bajo cultivo sin suelo. (*Tesis para optar el grado de maestro*). Instituto politecnico nacional, Oaxaca.
- Cossio, L. (2013). *Guía de estudio Reguladores de crecimiento*. Cátedra de fisiología vegetal.
- Drew, R., & Azimi, M. (2002). *Micropropagation of red pitaya (Hylocereous undatus)*. Acta Horticulturae.
- Fachinello, J., & Nachtigal, J. (1992). *Propagação da Goiabeira serrana Feijoa sellowiana Berg, a través da mergulhia de cepa*.
- Florez, S. (2009). SOLUCIONES NUTRITICAS EN LA PRODUCCION DE INJERTOS EN CACTASEAS. *TESIS (PARA OBTENER EL GRADO DE MAESTRÍA)*. INSTITUTO DE ENZEÑANZA E INVESTIGACIÓN EN CIENCIA AGRÍCOLAS, Texcoco, Mexico.
http://193.122.196.39:8080/xmlui/bitstream/handle/10521/1502/Flores_perez_S_MC_Edafologia_2009.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Garbanzo, G., Vega, E., Rodriguez, J., Urbina, C., Lazaro, W., Alvarado, K., Barrientos, R., Duarte, K., Mora, J., Trujillo, V., & Rojas, J. (2021). Evaluación de tamaño de cladiolos y bio-estimulantes de enraizamiento para la propagación de pitahaya.
- GRUPO ANDINA. (2014). *Catalogo de productos*. Catalogo de productos:
<http://grupoandina.com.pe/es/productos/root-hor/>
- Hartmann, H., & Kester, D. (1997). *Propagacion de plantas*. C.V Mexico: Compañía editorial continental, S.A.

- Infante, R. (1997). *Micropropagation of Mediocactus coccineus S.D. Micropropagation of Mammillaria species (Cactaceae)*. High Tech and micropropagation.
- INTAGRI, E. E. (Diciembre de 2022). *INTAGRI*. INTAGRI: <https://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:CVde2vGdMDgJ:http://www.intagri.com/articulos/frutales/usos-e-importancia-de-la-pitahaya-en-mexico&cd=1&hl=es&ct=clnk&gl=pe>
- Martinez, E., Tijerina, L., Becerril, A., Rebolledo, A., & Del Angel, A. (2017). *FENOLOGIA Y CONSTANTE TERMICA DE LA PITAHAYA (Hylocereus undatus Haw. Britt. & Rose)*. Veracruz: AGROProductividad .
- MIDAGRI. (2021). *Analisis de mercado 2015 - 2020*. Lima: Unidad de inteligencia comercial.
- Mizrahi, Y., & Nerd, E. (2002). *New fruits for arid climates*. Egipto: Trends in new crops and new uses.
- Motesinos, J., Roriguez, L., Ortiz, R., Fonseca, M. d., Ruiz, G., & Guevara, F. (2015). Pitahaya (Hylocereus spp.) un recurso fitogenético con historia y futuro para el trópico seco mexicano. *Cultivos tropicales*. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0258-59362015000500007
- Núñez Asmat, P. (2012). “*Correlación entre la recurrencia del cáncer de próstata de alto riesgo y el aumento del PSA en pacientes sometidos a prostatectomía radical en el Instituto Nacional de Enfermedades Neoplásicas. 2010-2012*”. https://repositorio.upch.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12866/8483/Correlacion_Nu%C3%B1ezAsmat_Patricia.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- OIRSA. (2000). (*Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria, Nicaragua*). Manual técnico, Buenas Prácticas en el Cultivo de Pitahaya.

- ORG, A. P. (2022). *Arequipa Peru. ORG.* Arequipa Peru. ORG:
<https://www.arequipaperu.org/mapa-de-arequipa>
- Osuna, T., Valdez, J., Sañudo, J., Muiy, M., Hernandez, S., Villarreal, M., & Osuna, J. (2016). Fenología reproductiva, rendimiento y calidad del fruto de pitahaya (*Hylocereus undatus* (How) Britton and Rose) en el valle de Culiacán, Sinaloa, Mexico. *Agrociencia* vol.50 no.1.
http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-31952016000100061
- Pérez, A., Gonzales, L., Solís, E., Bautista, A., & Bernal, M. d. (2015). Efecto de la aplicación del ácido indole-3-butirico en la producción y calidad de trigo (*Triticum aestivum* L.). *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*.
- (1992). *Propagação da Goiabeira serrana Feijoa sellowiana Berg, a través da mergulhia de cepa*. Scientia Agricola. Scientia Agricola.
- Puerto Rico Farm Credit*. (2021). Puerto Rico Farm Credit.
- Puri, S., & Khara, A. (1992). *Influency of Maturity and Physiological Status of woody cutting: Limits and Promises to Ensure Succesful Cloning*. Indian Forester. .
- Ramos, E. (18 de Febrero de 2020). *Agraria.pe*. Agraria.pe:
https://agraria.pe/noticias/peru-exporto-pitahaya-por-us-59-mil-en-2019-20877?fb_comment_id=2897274560334587_4360604727334889
- RAUTER, R. (1983). *Current Status of Macropropagation*.
- Rodriguez, K. (2019). Efecto de ácido indobutírico en la propagación vegetativa de la pitahaya amarilla (*Selenicereus megalantus* Haw.) en diferentes sustratos bajo condiciones de vivero en Milpuc-Rodriguez de Mendoza. (*Tesis para obtener el título de ingeniero agrónomo*). Universidad Nacional Toribio Rodriguez de Mendoza Amazonas, Chachapoyas.

Rojas Segovia, F. (2020). Efecto de dos enraizadores y una mezcla en la propagación por estacas de *Hylocerus undatus* en Santiago de Chuco, La Libertad. (*Tesis para obtener el título de ingeniero agrónomo*). Universidad Nacional de Trujillo, La Libertad.

Roulund, H., & Olesen, K. (1992). *Mass Propagation of Improved Material. Lecture Note D-7. Danida Forest Seed Centre*. Denmark.

Torres, E. (2015). Propagación asexual de pitahaya (*Hylocereus undatus*) mediante estacas empleando enraizadores ANA y AIB en el cantón Puerto Quito. *Tesis de grado*. Universidad técnica estatal de quevedo, Quevedo.

Verona, A., Urcia, J., & Paucar, L. (2020). Pitahaya (*Hylocereus spp.*): cultivo características fisicoquímicas, composición nutricional y compuestos bioactivos. *Scientia Agropecuaria*.
<https://doi.org/http://dx.doi.org/10.17268/sci.agropecu.2020.03.16>

Weather, S. (2017). *El tiempo en el invierno en Camaná*. Weather spark.
<https://es.weatherspark.com/s/25149/3/Tiempo-promedio-en-el-invierno-en-Caman%C3%A1-Per%C3%BA>

ANEXOS

ANEXO 1. Número de raíces a los 60 ddi en esquejes de pitahaya (*Hylocereus undatus*) variedad American Beauty en medio hidropónico de raíces flotantes.

TRATAMIENTOS	BLOQUES	MUESTRAS	NUMERO DE RAICES	X
T0	B I	M1	15	15.00
		M2	14	
		M3	16	
	B II	M1	14	14.33
		M2	16	
		M3	13	
	B III	M1	8	10.67
		M2	14	
		M3	10	
T1	B I	M1	15	14.33
		M2	17	
		M3	11	
	B II	M1	18	15.33
		M2	14	
		M3	14	
	B III	M1	10	12.67
		M2	13	
		M3	15	
T2	B I	M1	19	15.67
		M2	15	
		M3	13	
	B II	M1	14	14.00
		M2	13	
		M3	15	
	B III	M1	8	11.00
		M2	12	
		M3	13	
T3	B I	M1	16	13.00
		M2	10	
		M3	13	
	B II	M1	13	13.00
		M2	11	
		M3	15	
	B III	M1	13	14.00
		M2	18	
		M3	11	

ANEXO 2. Longitud de raíces a los 60 ddi en esquejes de pitahaya (*Hylocereus undatus*) variedad American Beauty en medio hidropónico de raíces flotantes.

TRATAMIENTOS	BLOQUES	MUESTRAS	LONGITUD DE RAICES (cm)	X
T0	B I	M1	16.7	17.23
		M2	17.7	
		M3	17.3	
	B II	M1	19.5	18.83
		M2	17.1	
		M3	19.9	
	B III	M1	19.1	19.13
		M2	20.9	
		M3	17.4	
T1	B I	M1	19	20.43
		M2	20.7	
		M3	21.6	
	B II	M1	11.7	16.90
		M2	20	
		M3	19	
	B III	M1	18.2	18.13
		M2	18.7	
		M3	17.5	
T2	B I	M1	19.6	19.56
		M2	18.9	
		M3	20.2	
	B II	M1	22.2	21.60
		M2	20.6	
		M3	22	
	B III	M1	19.9	19.89
		M2	19.6	
		M3	20.2	
T3	B I	M1	15.1	16.20
		M2	17.8	
		M3	15.7	
	B II	M1	21.2	18.30
		M2	16.2	
		M3	17.5	
	B III	M1	12.7	16.67
		M2	22.8	
		M3	14.5	

ANEXO 3. Número de brotes a los 60 ddi en esquejes de pitahaya (*Hylocereus undatus*) variedad American beauty en medio hidropónico de raíces flotantes.

TRATAMIENTOS	BLOQUES	MUESTRAS	NUMERO DE BROTES	X
T0	B I	M1	0	0.00
		M2	0	
		M3	0	
	B II	M1	0	0.00
		M2	0	
		M3	0	
	B III	M1	0	0.00
		M2	0	
		M3	0	
T1	B I	M1	0	0.33
		M2	1	
		M3	0	
	B II	M1	0	0.33
		M2	0	
		M3	1	
	B III	M1	0	0.33
		M2	0	
		M3	1	
T2	B I	M1	0	0.00
		M2	0	
		M3	0	
	B II	M1	0	0.00
		M2	0	
		M3	0	
	B III	M1	0	0.00
		M2	0	
		M3	0	
T3	B I	M1	1	0.67
		M2	0	
		M3	1	
	B II	M1	0	0.00
		M2	0	
		M3	0	
	B III	M1	0	0.33
		M2	1	
		M3	0	

ANEXO 4. Tamaño de esqueje final a los 60 ddi en esquejes de pitahaya (*Hylocereus undatus*) variedad American beauty en medio hidropónico de raíces flotantes.

TRATAMIENTOS	BLOQUES	MUESTRAS	TAMAÑO FINAL DE ESQUEJE (cm)	X
T0	B I	M1	50	50
		M2	50	
		M3	50	
	B II	M1	50	50
		M2	50	
		M3	50	
	B III	M1	50	50
		M2	50	
		M3	50	
T1	B I	M1	50	50.33
		M2	51	
		M3	50	
	B II	M1	50	50.33
		M2	51	
		M3	50	
	B III	M1	50	50
		M2	50	
		M3	50	
T2	B I	M1	50	50
		M2	50	
		M3	50	
	B II	M1	50	50
		M2	50	
		M3	50	
	B III	M1	50	50
		M2	50	
		M3	50	
T3	B I	M1	52	52
		M2	50	
		M3	54	
	B II	M1	50	50
		M2	50	
		M3	50	
	B III	M1	50	50.23
		M2	50.7	
		M3	50	

ANEXO 5. Número de raíces a los 90 ddi en esquejes de pitahaya (*Hylocereus undatus*) variedad American beauty en medio hidropónico de raíces flotantes.

TRATAMIENTOS	BLOQUES	MUESTRAS	NUMERO DE RAICES	X
T0	B I	M1	20	18.00
		M2	18	
		M3	16	
	B II	M1	18	18.33
		M2	19	
		M3	18	
	B III	M1	12	12.67
		M2	16	
		M3	10	
T1	B I	M1	14	16.33
		M2	19	
		M3	16	
	B II	M1	17	17.00
		M2	13	
		M3	21	
	B III	M1	14	14.33
		M2	16	
		M3	13	
T2	B I	M1	21	20.33
		M2	18	
		M3	22	
	B II	M1	17	16.33
		M2	15	
		M3	17	
	B III	M1	13	13.33
		M2	13	
		M3	14	
T3	B I	M1	15	15.33
		M2	14	
		M3	17	
	B II	M1	15	15.33
		M2	14	
		M3	17	
	B III	M1	15	17.33
		M2	22	
		M3	15	

ANEXO 6. Longitud de raíces a los 90 ddi en esquejes de pitahaya (*Hylocereus undatus*) variedad American beauty en medio hidropónico de raíces flotantes.

TRATAMIENTOS	BLOQUES	MUESTRAS	LONGITUD DE RAÍCES (cm)	X
T0	B I	M1	22.7	22.66
		M2	23.7	
		M3	21.6	
	B II	M1	28.2	27.73
		M2	25	
		M3	30	
	B III	M1	23	25.37
		M2	27.3	
		M3	25.8	
T1	B I	M1	32.2	30.73
		M2	30	
		M3	30	
	B II	M1	22.4	25.70
		M2	22.7	
		M3	32	
	B III	M1	29	28.20
		M2	25.6	
		M3	30	
T2	B I	M1	36.4	36.20
		M2	33.6	
		M3	38.6	
	B II	M1	30.6	30.10
		M2	29.9	
		M3	29.8	
	B III	M1	33.2	32.00
		M2	30	
		M3	32.8	
T3	B I	M1	25	27.83
		M2	30.5	
		M3	28	
	B II	M1	25	27.33
		M2	27	
		M3	30	
	B III	M1	29.6	26.20
		M2	30	
		M3	19	

ANEXO 7. Número de brotes a los 90 ddi en esquejes de pitahaya (*Hylocereus undatus*) variedad American beauty en medio hidropónico de raíces flotantes.

TRATAMIENTOS	BLOQUES	MUESTRAS	NUMERO DE BROTES	X
T0	B I	M1	0	0.00
		M2	0	
		M3	0	
	B II	M1	0	0.00
		M2	0	
		M3	0	
	B III	M1	0	0.00
		M2	0	
		M3	0	
T1	B I	M1	0	0.33
		M2	1	
		M3	0	
	B II	M1	0	0.33
		M2	0	
		M3	1	
	B III	M1	0	1.00
		M2	2	
		M3	1	
T2	B I	M1	0	0.00
		M2	0	
		M3	0	
	B II	M1	0	0.00
		M2	0	
		M3	0	
	B III	M1	2	0.67
		M2	0	
		M3	0	
T3	B I	M1	1	0.67
		M2	0	
		M3	1	
	B II	M1	0	0.00
		M2	0	
		M3	0	
	B III	M1	0	0.33
		M2	1	
		M3	0	

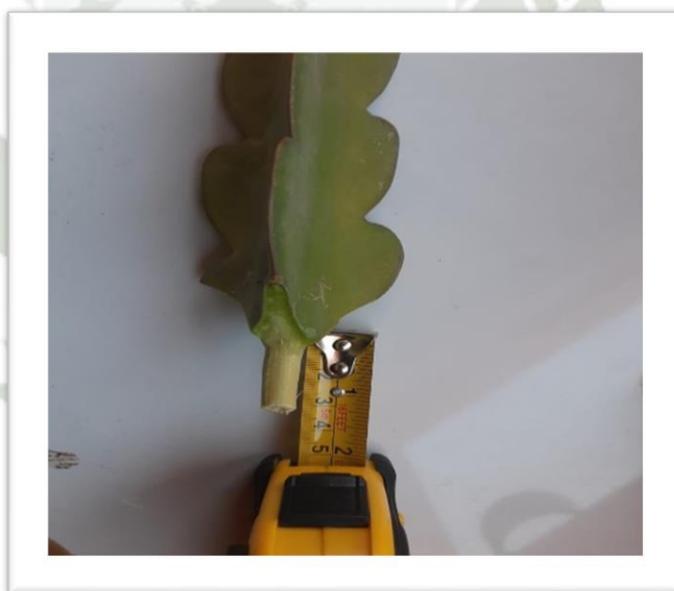
ANEXO 8. Tamaño de esqueje final a los 90 ddi en esquejes de pitahaya (*Hylocereus undatus*) variedad American beauty en medio hidropónico de raíces flotantes

TRATAMIENTOS	BLOQUES	MUESTRAS	TAMAÑO FINAL DE ESQUEJE (cm)	X
T0	B I	M1	50	50.00
		M2	50	
		M3	50	
	B II	M1	50	50.00
		M2	50	
		M3	50	
	B III	M1	50	50.00
		M2	50	
		M3	50	
T1	B I	M1	50	52.00
		M2	56	
		M3	50	
	B II	M1	50	57.00
		M2	54	
		M3	67	
	B III	M1	50	50.00
		M2	50	
		M3	50	
T2	B I	M1	50	50.00
		M2	50	
		M3	50	
	B II	M1	50	50.00
		M2	50	
		M3	50	
	B III	M1	50	50.00
		M2	50	
		M3	50	
T3	B I	M1	62	57.33
		M2	50	
		M3	60	
	B II	M1	50	50.00
		M2	50	
		M3	50	
	B III	M1	50	52.33
		M2	57	
		M3	50	

ANEXO 9. Esquejes de pitahaya (*Hylocereus guatemalensis*) variedad American Beauty de 50 centímetros.



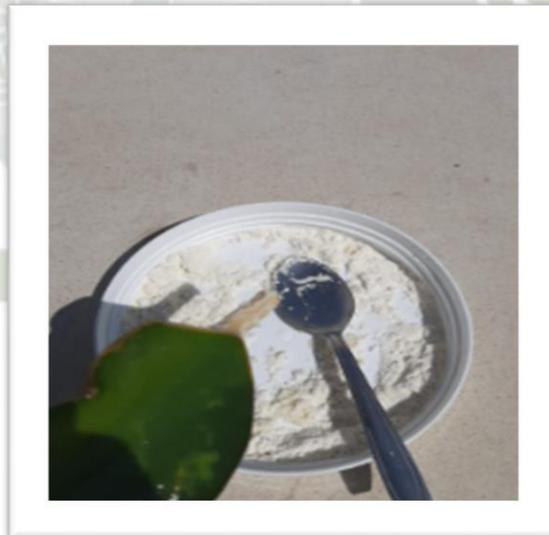
ANEXO 10. Corte de tres centímetros en la base del esqueje para propiciar el enraizamiento.



ANEXO 11. Productos enraizantes Root-Hor y Rapid-Rot que se utilizó en la investigación.



ANEXO 12. Preparación del tratamiento número uno, que presenta en el enraizante Rapid-Root a una concentración de 3000 ppm del cual se utilizó 20 gramos.



ANEXO 13. Preparación del tratamiento número dos, presenta el Root-Hor como enraizante. Se utilizó 10 ml del producto para después sumergirlo en agua con el producto por 5 minutos según la recomendación de la ficha técnica del producto.



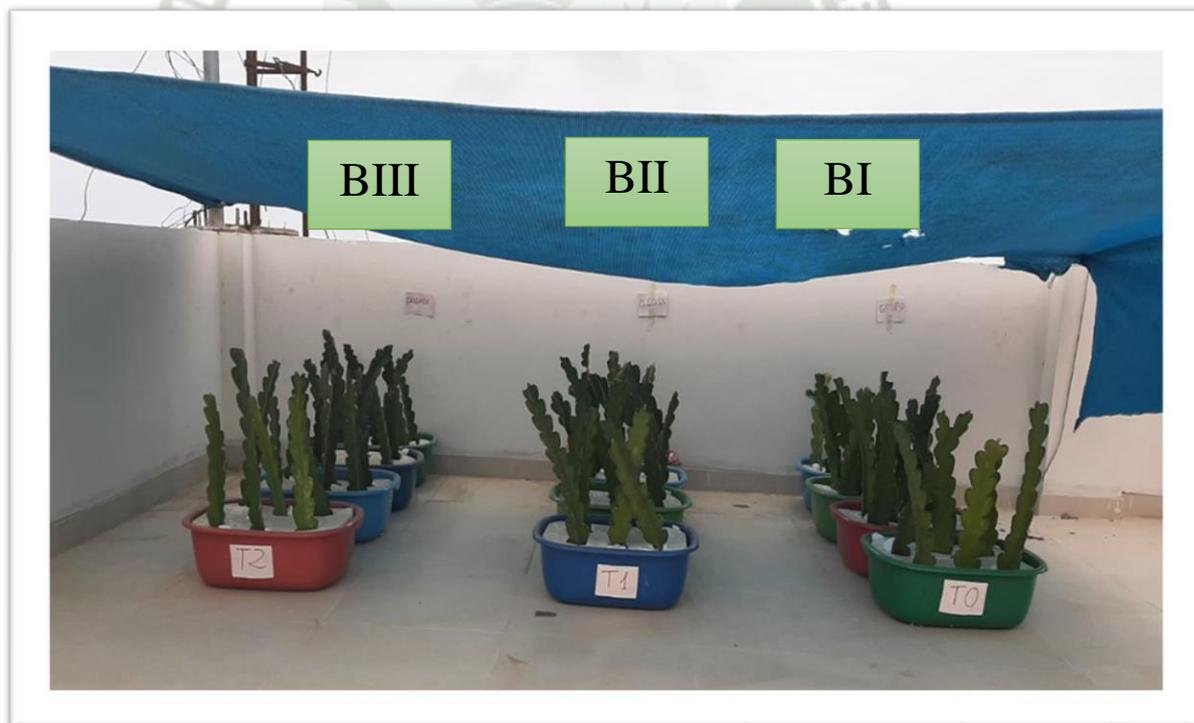
ANEXO 14. Preparación del tratamiento número tres, que es una mezcla entre el Rapid-Root que se utilizó los 10 gramos y del Root-Hor se utilizó 5 ml que se sumergieron por dos minutos y medio.



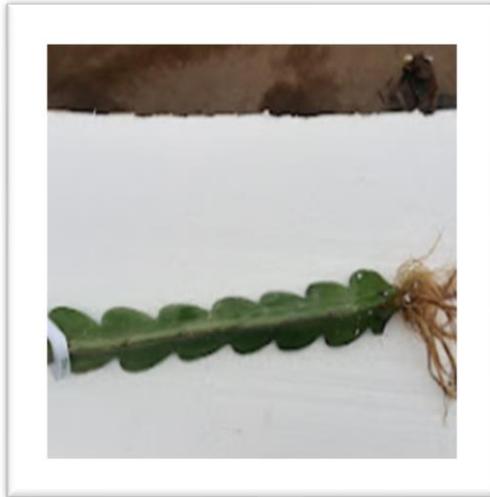
ANEXO 15. Base para que los esquejes presenten orden y realizar una evaluación adecuada.



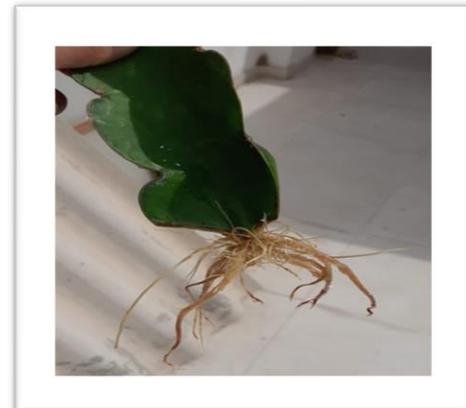
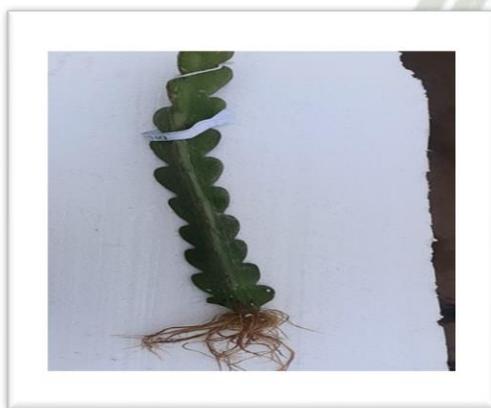
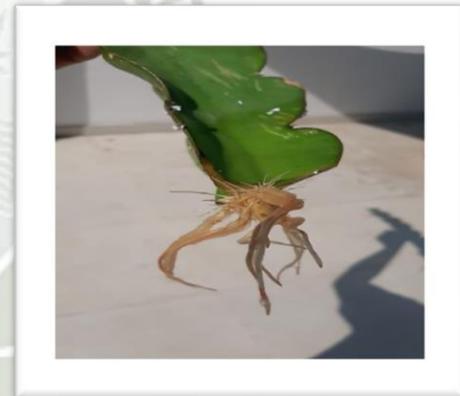
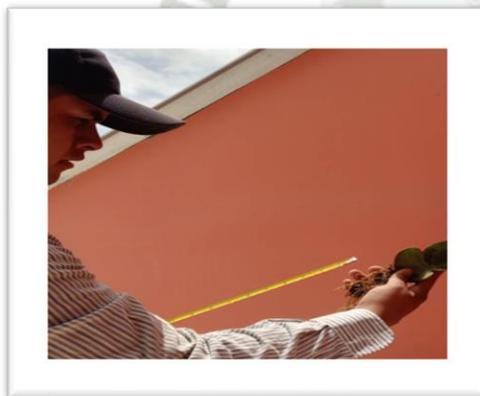
ANEXO 16. Instalación de la experimentación. Fechas 13 de mayo del 2022. Indicando el orden de los bloques.



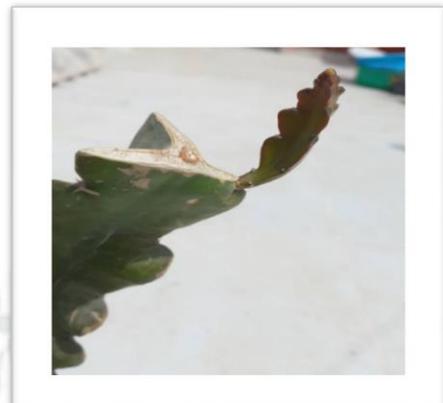
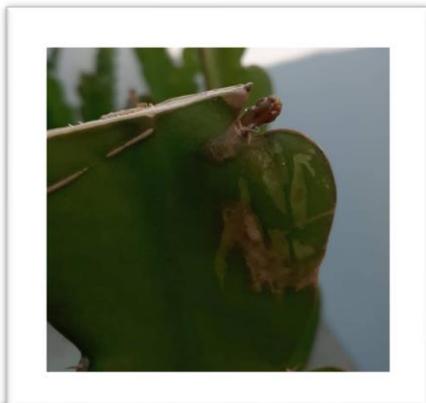
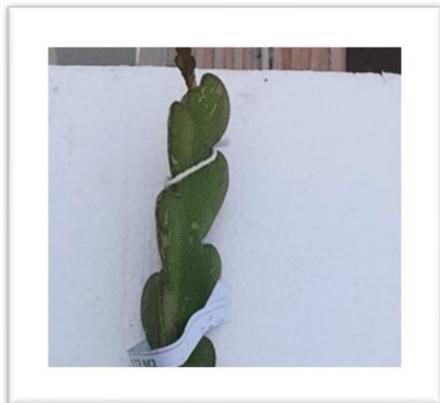
ANEXO 17. Evaluación de número de raíces a los 60 y 90 días después de la instalación.



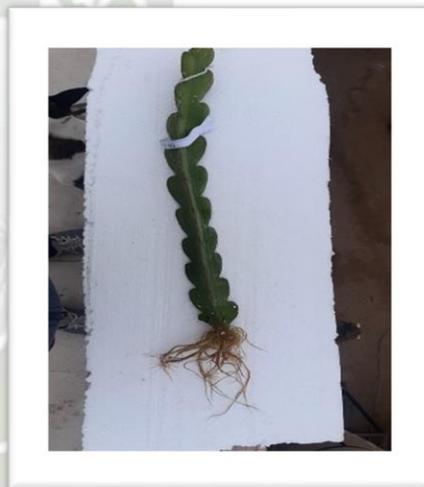
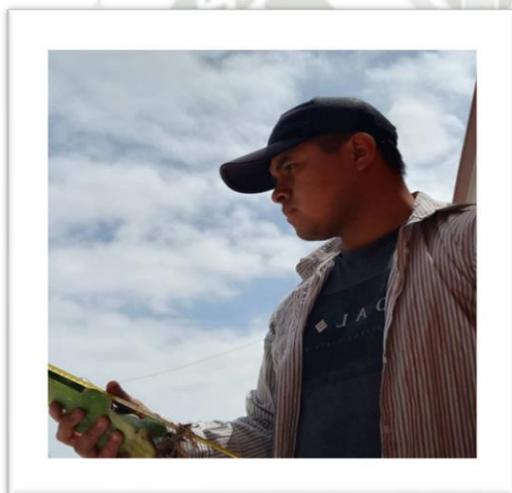
ANEXO 18. Evaluación de longitud de raíces a los 60 y 90 días después de la instalación.



ANEXO 19. Evaluación de numero de brotes a los 60 y 90 días después de la instalación.



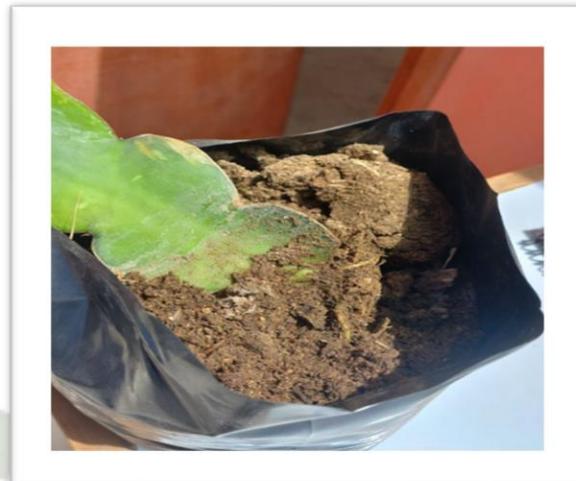
ANEXO 20. Evaluación de tamaño de esqueje final a los 60 y 90 días después de la instalación.



ANEXO 21. Cuadro de presupuesto.

GASTOS		PRECIO
M.VEGETAL	Esquejes (precio por unidad: 3.50)	S/ 252.00
ENRAIZADORES	AIB (RAPID ROOT)	S/ 125.00
	ANA(ROOT-HOR)	S/ 95.00
RECIPIENTE	Tinas (dosena)	S/ 66.00
SEPARADOR	Tecnopor	S/ 18.00
UTILES	Cúter + compas	S/ 6.00
TOTAL		S/ 562.00

ANEXO 22. Evidencia de los cladodios de pitahaya roja American Beauty (*Hylocereus undatus*) instalados en maceteros.



PROPAGACIÓN ASEJUAL DE PITAHAYA (HYLOCEREUS UNDATUS) POR MEDIO HIDROPÓNICO DE RAICES FLOTANTES CON DOS ENRAIZANTES EN LA PROVINCIA DE CAMANÁ, DEPARTAMENTO DE AREQUIPA

INFORME DE ORIGINALIDAD

19%

INDICE DE SIMILITUD

20%

FUENTES DE INTERNET

3%

PUBLICACIONES

7%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	dspace.unitru.edu.pe Fuente de Internet	2%
2	www.redalyc.org Fuente de Internet	2%
3	biblioteca.uajms.edu.bo Fuente de Internet	2%
4	repositorio.uaaan.mx:8080 Fuente de Internet	1%
5	huertourbano.shop Fuente de Internet	1%
6	www.socolhort.com Fuente de Internet	1%
7	repositorio.cientifica.edu.pe Fuente de Internet	1%
8	acte.abc.gob.ar Fuente de Internet	1%

9	www.scielo.sa.cr Fuente de Internet	1 %
10	www.mag.go.cr Fuente de Internet	1 %
11	tesis.unap.edu.pe Fuente de Internet	1 %
12	pt.scribd.com Fuente de Internet	1 %
13	www.revistas.unitru.edu.pe Fuente de Internet	1 %
14	repositorio.lamolina.edu.pe Fuente de Internet	1 %
15	www.intagri.com Fuente de Internet	1 %
16	doi.org Fuente de Internet	1 %
17	ri.ujat.mx Fuente de Internet	1 %
18	Submitted to Universidad Nacional de San Martín Trabajo del estudiante	1 %
19	www.repositoriodigital.ipn.mx Fuente de Internet	1 %
20	www.sabiia.cnptia.embrapa.br	

21

Y.-C. Ho. "A part-and-tool assignment method for the workload-balance between machines and the minimisation of tool-shortage occurrences in an FMS", International Journal of Production Research, 5/1/2005

Publicación

Excluir citas

Apagado

Excluir coincidencias < 1%

Excluir bibliografía

Apagado