

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA AGROPECUARIA DE MANABI
“MANUEL FÉLIX LÓPEZ”**

CARRERA DE INGENIERÍA AGRÍCOLA

**INFORME DE TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR PREVIO A
LA OBTENCIÓN DE TÍTULO DE INGENIERO AGRÍCOLA**

MECANISMO: PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

TEMA:

**ENRAIZAMIENTO DE VARETAS DE PITAHAYA AMARILLA
(*Selenicereus megalanthus*) EN FUNCIÓN DEL TAMAÑO Y USO
DE FITORREGULADORES**

AUTORES:

**JORGE PATRICIO ZAMBRANO SALAS
MARCELO ISAÍAS ZAMBRANO VÉLEZ**

TUTORA:

ING. SASKIA VALERIA GUILLEN MENDOZA, MG

CALCETA, OCTUBRE DE 2024

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Yo Marcelo Isaías Zambrano Vélez, con cédula de ciudadanía 1350194674, y Jorge Patricio Zambrano Salas, con cedula de ciudadanía 1315570463, declaro bajo juramento que el Trabajo de Integración Curricular titulado: **ENRAIZAMIENTO DE VARETAS DE PITAHAYA AMARILLA (*Selenicereus megalanthus*) EN FUNCIÓN DEL TAMAÑO Y USO DE FITORREGULADORES** es de nuestra autoría, que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional, y que hemos consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración, concedemos a favor de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos, conservando a nuestro favor todos los derechos patrimoniales de autor sobre la obra, en conformidad con el Artículo 114 del Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación.



.....
Marcelo Isaías Zambrano Vélez

CC: 1350194674

.....
Jorge Patricio Zambrano Salas

CC: 1315570463

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN

Yo Marcelo Isaías Zambrano Vélez, con cédula de ciudadanía 1350194674, y Jorge Patricio Zambrano Salas, con cedula de ciudadanía 1315570463, autorizamos a la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, la publicación en la biblioteca de la institución del Trabajo de Integración Curricular titulado: **ENRAIZAMIENTO DE VARETAS DE PITAHAYA AMARILLA (*Selenicereus megalanthus*) EN FUNCIÓN DEL TAMAÑO Y USO DE FITORREGULADORES**, cuyo contenido, ideas y criterios son de nuestra exclusiva responsabilidad y total autoría.



.....
Marcelo Isaías Zambrano Vélez

.....
Jorge Patricio Zambrano Salas

CC: 1350194674

CC: 1315570463

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

Saskia Valeria Guillén Mendoza, certifica haber tutelado el Trabajo de Integración Curricular titulado: **ENRAIZAMIENTO DE VARETAS DE PITAHAYA AMARILLA (*Selenicereus megalanthus*) EN FUNCIÓN DEL TAMAÑO Y USO DE FITORREGULADORES**, que ha sido desarrollado por Marcelo Isaías Zambrano Vélez y Jorge Patricio Zambrano Salas, previo a la obtención del título de Ingeniero Agrícola, de acuerdo al REGLAMENTO DE LA UNIDAD DE INTEGRACIÓN CURRICULAR DE CARRERAS DE GRADO de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.

ING. SASKIA VALERIA GUILLÉN MENDOZA, M. SC.

CC:1310338569

TUTORA

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL

Los suscritos integrantes del Tribunal correspondiente, declaramos que hemos APROBADO el Trabajo de Integración Curricular titulado: **ENRAIZAMIENTO DE VARETAS DE PITAHAYA AMARILLA (*Selenicereus megalanthus*) EN FUNCIÓN DEL TAMAÑO Y USO DE FITORREGULADORES**, que ha sido desarrollado por **Marcelo Isaías Zambrano Vélez y Jorge Patricio Zambrano Salas**, previo a la obtención del título de Ingeniero agrícola, de acuerdo al REGLAMENTO DE LA UNIDAD DE INTEGRACIÓN CURRICULAR DE CARRERAS DE GRADO de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.

**ING. GALO ALEXANDER CEDEÑO GARCIA Mg. Sc.
PRESIDENTE**

**ING. DILMO JOSÉ GARCÍA
ARTEAGA Mg. Sc.
MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

**ING. SERGIO MIGUEL
VÉLEZ ZAMBRANO Mg. Sc.
MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

AGRADECIMIENTO

A la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López que nos dio la oportunidad de crecer como ser humano a través de una educación superior de calidad y en lo cual hemos forjado nuestros conocimientos profesionales día a día, a los docentes que fueron nuestra guía para alcanzar nuestras metas propuestas.

A la Dirección de la Carrera de Ingeniería Agrícola, a cargo de la Ing. Sofía Velásquez. Agradecemos profundamente el apoyo, confianza y el respaldo necesarios para llevar a cabo esta investigación de manera exitosa.

A la Ingeniera Geoconda López, por brindarnos su tiempo, conocimiento y valiosa guía durante la fase de ejecución de este trabajo, especialmente en la etapa experimental. Su experiencia y disposición fueron fundamentales para superar los desafíos que se presentaron en esta fase.

Para culminar, queremos expresar nuestra más sincera gratitud a nuestra tutora de tesis, la Ing. Saskia Guillén Mendoza. Su dedicación, paciencia y constante asesoramiento fueron invaluable a lo largo de todo el proceso de investigación. Gracias por guiarnos con sus valiosos conocimientos, por despejar nuestras dudas y por motivarnos a dar lo mejor de nosotros mismos. Su contribución ha sido crucial para la culminación de este importante proyecto.

Marcelo Isaías Zambrano Vélez

Jorge Patricio Zambrano Salas

DEDICATORIA

Dedico este logro principalmente a Dios por darme la oportunidad de seguir adelante y estar siempre conmigo espiritualmente y en mis oraciones y por brindarme la salud necesaria para seguir adelante con mis estudios.

A mis padres que siempre me han apoyado en mi trayectoria académica y siempre me aconsejaron en mí día a día, y por brindándome el apoyo económico y emocional incondicionalmente. A mis familiares más cercanos como mis tías, primos y abuelo, que me brindaron su apoyo emocional

A los profesores les agradezco por haberme ayudado en el transcurso de mis estudios brindándome sus conocimientos a lo largo de mi carrera universitaria, en especial a mi tutora la Ing. Saskia Valeria Guillén Mendoza por brindarme sus conocimientos y sus consejos para lograr ser un gran profesional.

Por ultimo a mis amigos que me apoyaron en el transcurso de estos años con su apoyo incondicional estando en las buenas y en las malas aconsejándome siempre a seguir adelante.

Marcelo Isaías Zambrano Vélez

DEDICATORIA

Primeramente, quiero agradecer a Dios por brindarme la oportunidad de culminar este proyecto. Gracias por guiarme y bendecirme a lo largo de este trayecto lleno de retos y aprendizajes.

A mi familia, por alentarme y hacerme creer que esta meta era posible, siendo un pilar fundamental en mi vida. Gracias a mis padres por su amor incondicional, su apoyo constante y por creer en mí en todo momento. Sus consejos y enseñanzas han sido mi mayor inspiración para seguir adelante. No hubiese podido lograrlo sin ustedes.

A mis amigos y quienes han sido mis compañeros de clases durante todo este proceso, que me brindaron su amistad a lo largo de este camino. Gracias por los momentos compartidos, por alentarme en los momentos de duda. Su amistad es un regalo invaluable.

Finalmente, a todos los responsables de mi formación académica, quienes con su dedicación y sabiduría me han enseñado todo lo que sé. Gracias por sus clases enriquecedoras, por inspirarme a ser mejor cada día, por guiarme en mi desarrollo académico y por impulsar mi crecimiento personal.

Jorge Patricio Zambrano Salas

CONTENIDO GENERAL

DECLARACIÓN DE AUTORÍA.....	ii
AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN	iii
CERTIFICACIÓN DEL TUTOR.....	iv
CERTIFICACIÓN DEL COORDINADOR DEL GRUPO DE INVESTIGACIÓN	¡Error! Marcador no definido.
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL	v
AGRADECIMIENTO	vi
DEDICATORIA	vii
DEDICATORIA	viii
CONTENIDO GENERAL	ix
CONTENIDO DE TABLAS	xii
CONTENIDO DE FIGURAS.....	xii
RESUMEN.....	xiv
ABSTRACT	xv
CAPÍTULO I. ANTECEDENTES.....	1
1.1 PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	1
1.2 JUSTIFICACIÓN.....	3
1.3 OBJETIVOS.....	4
1.3.1 OBJETIVO GENERAL.....	4
1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	4
1.4 HIPÓTESIS.....	4
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	5
2.1 DISTRIBUCIÓN Y TAXONOMÍA DE LA PITAHAYA AMARILLA.....	5
2.2 MORFOLOGÍA.....	5
2.3 REQUERIMIENTO EDAFOCLIMÁTICO	6

2.4	MÉTODO DE PROPAGACIÓN.....	6
2.4.1	PROPAGACIÓN SEXUAL.....	7
2.4.2	PROPAGACIÓN ASEXUAL.....	7
2.4.3	BENEFICIO DE PROPAGACIÓN ASEXUAL.....	7
2.5	USO DE ENRAIZADORES EN LA PROPAGACIÓN.....	8
2.5.1	TIPOS DE ENRAIZADORES.....	8
2.5.2	CITOQUININAS.....	9
2.5.3	ÁCIDO NAFTALENACETICO (ANA)	9
2.5.4	ÁCIDO INDOL BUTÍRICO (AIB)	10
CAPÍTULO III. DESARROLLO METODOLÓGICO		11
3.1	UBICACIÓN.....	11
3.1.1	CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS.....	11
3.2	DURACIÓN.....	11
3.3	MÉTODOS Y TÉCNICAS.....	11
3.3.1	MATERIAL EN ESTUDIO.....	12
3.3.2	FACTOR EN ESTUDIO	12
3.3.3	TRATAMIENTO.....	12
3.3.4	DISEÑO Y UNIDAD EXPERIMENTAL	13
3.4	VARIABLES RESPUESTA.....	13
3.4.1	DÍAS DE EMISIÓN DEL BROTE	13
3.4.2	PORCENTAJE DE CLADODIOS (RAMA) PRENDIDOS	13
3.4.3	NÚMERO DE BROTES.....	13
3.4.4	LONGITUD DE LOS BROTES (cm)	13
3.4.5	DIÁMETRO DE LOS BROTES (mm).....	14
3.4.6	PESO DE LOS BROTES (gr)	14
3.4.7	VOLUMEN DE BROTES (cm ³)	15
3.4.8	LONGITUD DE RAÍCES (cm).....	15
3.4.9	PESO DE RAÍCES (gr).....	16
3.5	MANEJO DEL EXPERIMENTO	16
3.5.1	ADECUACIÓN DEL ÁREA A UTILIZAR	16
3.5.2	RECOLECCIÓN DE SUSTRATO Y LLENADO DE FUNDAS	17
3.5.3	RECOLECCIÓN Y DESINFECCIÓN DE VARETAS.....	18

3.5.4	SIEMBRA Y APLICACIÓN DE ENRAIZANTE	18
3.5.5	CONTROL DE MALEZA.....	19
3.5.6	CONTROL DE PLAGA Y ENFERMEDADES.....	19
3.5.7	FERTILIZACIÓN.....	20
3.5.8	RIEGO.....	21
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN		22
4.1	EFFECTO DE LOS FITORREGULADORES EN EL ENRAIZAMIENTO DE VARETAS DE PITAHAYA AMARILLA.....	22
4.2	INFLUENCIA DE DOS TAMAÑOS DE VARETA SOBRE EL ENRAIZAMIENTO DE VARETAS DE PITAHAYA AMARILLA	23
4.3	ENRAIZAMIENTO DE VARETAS DE PITAHAYA AMARILLA EN FUNCIÓN DEL TAMAÑO Y USO DE FITORREGULADORES.....	26
4.3.1	DÍAS A BROTAÇÃO	27
4.3.2	PORCENTAJE DE VARETAS PRENDIDAS	27
4.3.3	NÚMERO DE BROTES	28
4.3.4	LONGITUD DE BROTES.....	29
4.3.5	DIÁMETRO DE LOS BROTES.....	30
4.3.6	PESO DE BROTES.....	32
4.3.7	VOLUMEN DE BROTES	32
4.3.8	LONGITUD DE RAÍZ.....	33
4.3.9	PESO DE RAÍZ	34
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		35
5.1	CONCLUSIONES	35
5.2	. RECOMENDACIONES	35
BIBLIOGRAFÍA.....		36

CONTENIDO DE TABLAS

Tabla 2.1. Taxonomía	5
Tabla 3.1. Datos climáticos	11
Tabla 3.2. Descripción de los tratamientos con sus respectivas combinaciones de factores niveles.	12
Tabla 3.3. ANOVA	13
Tabla 4.1. Medias de variables de enraizamiento	22
Tabla 4.2. Medias de variable de enraizamiento con dos tamaños de varetas	23
Tabla 4.3. Medias de longitud de brotes con los dos tamaños de varetas	24
Tabla 4.4. Medias de diámetro de brotes con los dos tamaños de varetas.	25
Tabla 4.5. Medias de las variables para el enraizamiento de pitahaya amarilla con los dos tamaños de varetas.	27

CONTENIDO DE FIGURAS

Figura 3.1. Variable longitud de brote a los 120 días.	28
Figura 3.2. Diámetro de brotes a los 80 días.	28
Figura 3.3. Variable peso de brote a los 120 días.	29
Figura 3.4. Variable volumen de brote a los 120 días.	29
Figura 3.5. Variable longitud de raíz a los 120 días.	30
Figura 3.6. Variable peso de raíz a los 120 días.	30
Figura 3.7. Limpieza y adecuación del área.	31
Figura 3.8. Llenado y ubicación de las fundas.	31
Figura 3.9. Recolección del material vegetativo.	32
Figura 3.10. Corte de vareta, al tamaño de 30 cm.	33
Figura 3.11. Desmalezamiento manual a los 41 días después de la siembra.	33
Figura 3.12. Aplicación de fungicida 6 días después de la siembra.	34
Figura 3.13. Aplicación de fertilizante químico a los 60 días.	34
Figura 3.14. Riego de las platas de pitahaya, día de la siembra.	35

Figura 4.1. Medias de días de emisión de brotes, de las platas de pitahaya amarilla en sus distintos tratamientos.	40
Figura 4.2. Porcentaje de prendimiento de cladodios de pitahaya amarilla en sus distintos tratamientos.	41
Figura 4.3. Promedio de numero de brotes alcanzados en los distintos tratamientos	42
Figura 4.4. Promedio de la longitud de brotes con varetas de 30 cm.	43
Figura 4.5. Promedio de la longitud de brotes con varetas de 15 cm de pitahaya amarilla en el transcurso de los días.	43
Figura 4.6. Promedio del diámetro de brotes con varetas de 15.	44
Figura 4.7. Promedio del diámetro de brotes con varetas de 30 cm.	45
Figura 4.8. Promedio del peso de brotes con los dos tamaños de varetas de 15cm y 30 cm	46
Figura 4.9. Promedio del volumen de brotes (cm ³) con los dos tamaños de varetas de 15cm y 30 cm	47
Figura 4.10. Promedio de la longitud de raíz (cm ³) con los dos tamaños de varetas de 15cm y 30 cm	48
Figura 4.11. Promedio del peso de raíz (gr) con los dos tamaños de varetas de 15cm y 30 cm	49

RESUMEN

El objetivo fue evaluar el enraizamiento de la pitahaya amarilla (*Selenicereus megalanthus*) en función de los dos tamaños de varetas y uso de tres enraizadores. Se utilizó un diseño DBCA con arreglo factorial $A \times B + 2$. Los tratamientos estuvieron conformados de la siguiente manera, T1 (ÁNA + varetas de 30 cm), T2 (ÁNA + varetas de 15 cm), T3 (ÁIB + varetas de 30 cm), T4 (ÁIB + varetas de 15 cm), T5 (Citoquininas + varetas de 30 cm), T6 (Citoquininas + varetas de 15 cm), T7 (Sin enraizante + varetas de 30 cm) y T8 (Sin enraizante + varetas de 15 cm). El análisis estadístico se realizó el software Infostat, usando la prueba de Tukey al 0.05 % de significancia. Los resultados mostraron diferencias significativas ($p < 0.05$) en las variables días de emisión de brotes y longitud de raíz, y diferencias altamente significativas ($p < 0.01$) en las variables peso de brotes, volumen de brotes, longitud de brotes, diámetro de brotes y peso de raíz. No se encontraron diferencias estadísticas en las variables número de brotes y porcentaje de varetas prendidas. El T1 conformado por el uso de Ácido naftalenacético aplicándolo a las varetas de 30 cm, resultó ser el mejor tratamiento, alcanzando los mejores resultados en porcentaje de varetas prendidas, longitud de brote, diámetro de brote, peso de brote, volumen de brote y peso de raíz.

Palabras clave: Enraizante, tamaño, varetas, raíz, brotes.

ABSTRACT

The present study was carried out on the ESPAM MFL campus, located in Cantón Bolívar, Manabí, Ecuador. The objective was to evaluate the rooting of yellow pitahaya (*Selenicereus megalanthus*) based on the two sizes of rods and the use of three rooters. A DBCA design with AxB+2 factorial arrangement was used. The treatments were made up of the following: T1 (ÁIB + 30 cm dowels), T2 (ÁIB + 15 cm dowels), T3 (ÁIB + 30 cm dowels), T4 (ÁIB + 15 cm dowels), T5 (Cytokinins + 30 cm rods), T6 (Cytokinins + 15 cm rods), T7 (Without rooting agent + 30 cm rods) and T8 (Without rooting agent + 15 cm rods). Statistical analysis was performed using Infostat software, using the Tukey test at 0.05% significance level. The results showed significant differences ($p < 0.05$) in the variables days of shoot emission and root length, and highly significant differences ($p < 0.01$) in the variables shoot weight, shoot volume, shoot length, shoot diameter, and root weight. And no statistical differences were found in the variables number of sprouts and percentage of twigs lit. T1 turned out to be the best treatment, achieving the best results in percentage of shoots attached, shoot length, shoot diameter, shoot weight, shoot volume and root weight. Based on this research, the application of ANA and the use of 30 cm rods is recommended.

Key words: Rooting, size, branches, roots, shoot

CAPÍTULO I. ANTECEDENTES

1.1 PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

La pitahaya conocida como “fruta dragón” es originaria de Centroamérica, es una planta trepadora, rupícola y epífita facultativa que pertenece a la familia de las cactáceas. El fruto de acuerdo a su especie puede ser de diferentes colores como amarillo, púrpura, rojo y blanco (Verona et al., 2020). La pitahaya amarilla ha venido evolucionando en el piedemonte andino-amazónico entre Perú, Colombia y Ecuador; lo que explica su comportamiento trepador y tallo segmentado con facilidad de emitir raíces secundarias (Salazar, 2015).

De acuerdo a los registros de Agrocalidad (2023), el Ecuador posee 7216.73 hectáreas de producción de pitahaya, contando con 1891 productores registrados. Estas plantaciones se encuentran principalmente en las provincias de Morona Santiago, Pichincha, Manabí y Guayas. Según Pachari (2023), hasta agosto del 2023 se habían exportado 29,000 toneladas de pitahaya, 11,105 toneladas más que el año anterior, en 4779 envíos certificados a 20 países alrededor del mundo. Siendo Estados Unidos el principal destino con un 84% de participación seguido por Canadá, Colombia y Singapur (Agrocalidad, 2023).

El cultivo empieza su producción aproximadamente después de los 18 meses, este tiempo está influenciado por el método de propagación, así como por la calidad del material vegetal y productos usados en el proceso (Tuanama, 2021). La pitahaya puede propagarse a través de semillas y por medio de esquejes, varetas o cladodios. La propagación por semillas no se considera muy recomendable debido al tiempo y delicado manejo desde la germinación hasta llevar las plántulas a campo; mientras que por esquejes se presentan resultados en un menor tiempo (Montesinos et al., 2015).

La propagación asexual aporta con plantas adultas en un menor tiempo, así como con buen vigor, sin embargo, aún no se logra homogenizar dicho proceso, desconociendo el tamaño ideal de la vareta, así como el uso de enraizantes (Balaguera et al., 2011; Vélez y Zambrano, 2022), causando inconvenientes en la adquisición de plántulas de pitahaya amarilla de buena calidad.

Basado en la importancia del cultivo de pitahaya y la problemática de su propagación, surge la siguiente pregunta de investigación:

¿Cómo el uso de enraizantes y el tamaño de las varetas afectan en la producción de plántulas de pitahaya amarilla?

1.2 JUSTIFICACIÓN

La pitahaya es un cultivo cuyo fruto es altamente apreciado en los mercados nacional e internacional, donde puede alcanzar precios atractivos, por ello se le considera como una importante fuente de ingresos de empleo y constituye una alternativa de productividad viable (Ortega et al., 2018).

La pitahaya amarilla en el Ecuador es muy apetecida y se encuentra en expansión, por tal razón es necesario darle importancia a su explotación, iniciando con la obtención de plántulas de calidad y un buen manejo agronómico, de tal manera que se mejore la producción y calidad de la pitahaya amarilla (Córdova, 2022).

Esta investigación contribuye al cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible, enmarcado en el objetivo 2 Hambre Cero, en la meta 2.4. Que manifiesta que al 2030, se busca asegurar la sostenibilidad de los sistemas de producción de alimento y aplicar prácticas agrícolas resilientes que aumenten la productividad y la producción, contribuyan al mantenimiento de los ecosistemas, fortalezcan la capacidad de adaptación al cambio climático, los fenómenos meteorológicos extremos, las sequías, las inundaciones y otros desastres, y mejoren progresivamente la calidad de la tierra y el suelo, así como a la meta 2.5. donde aspiraba que al 2020, se mantuviera la diversidad genética de las semillas, las plantas cultivadas y los animales de granja y domesticados y sus correspondientes especies silvestres, entre otras cosas mediante una buena gestión y diversificación de los bancos de semillas y plantas a nivel nacional, regional e internacional, y promover el acceso a los beneficios que se deriven de la utilización de los recursos genéticos y los conocimientos tradicionales conexos y su distribución justa y equitativa, según lo convenido internacionalmente, comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL,2020)

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 OBJETIVO GENERAL

Evaluar el enraizamiento de varetas de pitahaya amarilla (*Selenicereus megalanthus*) en función del tamaño y uso de fitorreguladores.

1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Medir el efecto de tres fitorreguladores en el enraizamiento de varetas de pitahaya amarilla (*Selenicereus megalanthus*).
- Determinar la influencia de dos tamaños de vareta sobre el enraizamiento de varetas de pitahaya amarilla (*Selenicereus megalanthus*).

1.4 HIPÓTESIS

El enraizamiento de varetas de pitahaya es influenciado por el tamaño y la aplicación de fitorreguladores

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1 DISTRIBUCIÓN Y TAXONOMÍA DE LA PITAHAYA AMARILLA

La familia de la pitahaya comprende cerca de 2000 especies, lo que explica su amplia distribución en todos los continentes. No obstante, el continente asiático y el americano son los principales productores de estas variedades de pitahaya (Diéguez et al., 2022). Países como Vietnam, China, Indonesia, Tailandia, Taiwán, Colombia, Ecuador, México, Malasia, Filipinas, Camboya, India, Estados Unidos, Perú, Australia y Sudáfrica son los que destinan mayores superficies a la producción de este fruto (Fitri et al., 2022). Para Morillo et al. (2022) la pitahaya amarilla se clasifica taxonómicamente de la siguiente manera (ver tabla 2.1).

Tabla 2.1. Taxonomía

Reino Plantae
División Magnoliophita
Clase Magnoliopsida
Orden Caryophyllale
Familia Cactaceae - cactácea
Tribu Hylocereeae
Género Selenicereus
Especie <i>H. megalanthus</i>

2.2 MORFOLOGÍA

La planta de pitahaya desarrolla dos tipos de raíces: primarias y secundarias. Las raíces primarias, delgadas y superficiales, son responsables de la absorción de agua y nutrientes, mientras que las raíces secundarias proporcionan soporte estructural a la planta (Morillo et al., 2022). La pitahaya posee un tallo carnoso con una coloración que varía entre verde oscuro y verde claro, dependiendo del grado de madurez fisiológica (Otálora et al., 2023). Este tallo presenta tres aristas o costillas en forma de triángulo y contiene en su interior un sistema de conductos encargados de transportar agua y nutrientes (Morillo et al., 2021).

A esta planta se le atribuye una flor grande de coloraciones amarillentas y blancas, que de su interior nacen grandes segmentos delgados (Valencia et al., 2021). Es una flor nocturna que comienza su apertura desde el atardecer, segregando un olor agradable para incentivar las visitas de insectos y llevar a cabo una polinización

cruzada (Otálora et al., 2023). Posee un fruto de forma ovalada, redondeada o alargada. Se le atribuye un tamaño de baya variable entre 6 a 12 cm de diámetro, de coloración amarilla con una cáscara bráctea escamosa. Cada fruto posee una gran abundancia de semillas pequeñas distribuidas en toda la pulpa, que representan entre 150 gramos hasta 450 gramos de semillas (Tuanama, 2021).

2.3 REQUERIMIENTO EDAFOCLIMÁTICO

Para que la pitahaya amarilla alcance una óptima cantidad y calidad de frutos, requiere una serie de condiciones específicas. Originaria del piedemonte andino-amazónico, esta planta se desarrolla en altitudes de entre 1400 y 1700 msnm (Morillo et al., 2022). Como cactácea, la pitahaya necesita largos periodos de exposición solar, con temperaturas que oscilan entre 16 y 25 °C, lo que favorece su desarrollo y floración (Sibut et al., 2023; Trindade et al., 2023).

Angonese et al. (2021) señala que la pitahaya prefiere suelos franco-arenosos, húmedos, con un pH ligeramente ácido entre 5,5 y 6,5, que tengan buen drenaje y sean ricos en materia orgánica. Además, según Almeida et al. (2021) existen estudios que demuestran la capacidad de adaptación de la pitahaya a diferentes ambientes, soportando precipitaciones anuales que van desde 500 hasta 1500 mm. Esta adaptabilidad es crucial para su cultivo en diversas regiones con condiciones climáticas variables (Morillo et al., 2023).

2.4 MÉTODO DE PROPAGACIÓN

La pitahaya amarilla puede propagarse por semillas o esquejes, siendo este último método preferido. La longitud de los esquejes es crucial para su éxito y se prefieren aquellos libres de enfermedades y con características favorables. Idealmente, deben tener entre 30 y 50 centímetros de longitud, con al menos tres entrenudos bien desarrollados (Turkey et al., 2022). Se recomienda realizar cortes en ángulo y desinfectar los esquejes antes de la plantación. La propagación por esquejes ofrece ventajas como la obtención de plantas genéticamente idénticas a la planta madre y una reducción en el tiempo necesario para la producción de frutos. Sin embargo, se requieren cuidados específicos durante el enraizamiento, como mantener la humedad adecuada y evitar temperaturas extremas (Delgado et al., 2021; Trivellini et al., 2020).

2.4.1 PROPAGACIÓN SEXUAL

La reproducción por semillas es un proceso más complejo que la reproducción asexual. La reproducción sexual implica la dispersión de semillas por aves y otros animales, especialmente murciélagos en el caso de las pitahayas rojas (Rodrigues et al., 2022). Sin embargo, para cultivo, la propagación sexual no es la opción más recomendable debido a la necesidad de cuidados intensivos y al largo período de espera de cuatro a seis años para la etapa reproductiva (Delgado et al., 2021). A pesar de esto, la reproducción por semillas es utilizada en la investigación científica para estudiar la diversidad genética y mejorar variedades. Además, permite estudiar la adaptabilidad de las plantas a diferentes condiciones ambientales y descubrir nuevas características deseables para el cultivo comercial (Shah et al., 2023).

2.4.2 PROPAGACIÓN ASEXUAL

La propagación vegetativa es una técnica que utiliza los tallos como método de multiplicación vegetal, donde estos, bajo condiciones adecuadas, generan plantas idénticas a su progenitor, con la capacidad de desarrollar su propio sistema radical, lo cual está influenciado por factores endógenos y exógenos (Morillo et al., 2023). Esta forma de propagación, principalmente vegetativa, se lleva a cabo a partir de tallos o esquejes con al menos dos años de edad, provenientes de plantas adultas, sanas, productivas y que produzcan frutas de calidad. Estos esquejes pueden ser plantados directamente en el suelo o establecidos temporalmente en bolsas hasta que se formen nuevas plantas (Prisa, 2022; Shah et al., 2023).

2.4.3 BENEFICIO DE PROPAGACIÓN ASEXUAL

La reproducción asexual, según Dewir et al. (2023) es un proceso rápido y eficiente, sin necesidad de células especializadas ni gasto energético en la fecundación. Permite que un individuo dé lugar a numerosos descendientes genéticamente idénticos a él. Este fenómeno es común en especies vegetales y animales, incluida la pitahaya amarilla, donde la propagación por esquejes es un ejemplo (Mori et al., 2023). Aunque este método permite la expansión rápida de los cultivos, puede resultar en una falta de diversidad genética, aumentando la vulnerabilidad a enfermedades y cambios ambientales. Mantener un equilibrio entre la reproducción

asexual y sexual es crucial para garantizar la salud a largo plazo de la especie (Dhande y Bagchi, 2023).

2.5 USO DE ENRAIZADORES EN LA PROPAGACIÓN

Los enraizadores, hormonas de la familia de las auxinas, estimulan la formación del sistema radicular en el proceso de propagación vegetal. Combinan ácido indolbutírico (IBA) y ácido naftilacético (ANA), cuya concentración varía según el grado de lignificación de los tejidos (H. Zhang et al., 2022). Además de promover el enraizamiento, estos productos pueden mejorar la resistencia al estrés y la absorción de nutrientes (Gupta et al., 2020). La eficacia de los enraizadores depende de la especie y la fase de crecimiento de la planta. Su aplicación precisa es crucial para aumentar la tasa de éxito en la propagación vegetal, siendo esencial en la producción comercial de plantas ornamentales, frutales y forestales (Xu et al., 2022).

2.5.1 TIPOS DE ENRAIZADORES

De acuerdo con Knights et al. (2021), Ma et al. (2022) y Zhang et al. (2021) existen tres principales tipos de enraizadores utilizados en la horticultura y la propagación vegetal:

1. **Naturales:** Estos enraizadores provienen de fuentes orgánicas y naturales, como extractos de plantas o microorganismos beneficiosos. Algunos ejemplos incluyen el uso de miel, canela o aloe vera, que contienen compuestos capaces de estimular el crecimiento de raíces. Los enraizadores naturales son populares entre los cultivadores que buscan métodos más ecológicos y sostenibles.
2. **Sintéticos:** Estos son productos formulados químicamente para maximizar la eficacia del enraizamiento. Los enraizadores sintéticos suelen contener hormonas de la familia de las auxinas, como el ácido indolbutírico (IBA) y el ácido naftilacético (ANA). Estos compuestos han demostrado ser altamente efectivos en la inducción de raíces, y su uso es común en la producción comercial debido a su consistencia y fiabilidad.

3. **Biológicos:** Estos enraizadores emplean organismos vivos, como hongos micorrícicos y bacterias beneficiosas, para promover el desarrollo del sistema radicular. Los enraizadores biológicos mejoran la simbiosis entre la planta y el microorganismo, lo que puede resultar en una mayor absorción de nutrientes y una mayor resistencia a las enfermedades. Este enfoque biológico es cada vez más popular en la agricultura sostenible y orgánica.

2.5.2 CITOQUININAS

Las citoquininas son hormonas vegetales que promueven la división y diferenciación celular, actuando en conjunto con otras sustancias para dirigir estos procesos (Wu et al., 2021). Su descubrimiento es relativamente reciente, con investigaciones clave realizadas a partir de 1950 por Miller y Skoog. Estos científicos observaron que ciertos extractos vegetales activaban potentemente la división celular y, a través de estudios bioquímicos y de laboratorio, lograron aislar la citoquinina como el componente responsable (Fathy et al., 2022). Desde entonces, las citoquininas han sido fundamentales en la comprensión de los mecanismos de crecimiento y desarrollo de las plantas, desempeñando un papel crucial en aplicaciones agrícolas y biotecnológicas para mejorar el cultivo y la productividad vegetal (Hai et al., 2020).

2.5.3 ÁCIDO NAFTALENACÉTICO (ANA)

El ácido alfa-naftalenacético (ANA) es un regulador del crecimiento vegetal que actúa como un activador enzimático en varios procesos fisiológicos de las plantas. Este compuesto es esencial en la división celular, facilitando el desarrollo de tejidos y órganos vegetales (Hussain et al., 2021). Además, el ANA juega un papel crucial en la regulación de la maduración de frutos y el mantenimiento del estado de latencia en semillas, asegurando que germinen en condiciones óptimas. Es ampliamente utilizado como promotor de la emisión y desarrollo de raíces, flores y frutos, lo que lo convierte en una herramienta invaluable en la agricultura y horticultura (Sourati et al., 2022). Su capacidad para mejorar el enraizamiento y promover un crecimiento equilibrado lo hace ideal para diversas aplicaciones, desde la propagación de plantas ornamentales hasta la optimización de cultivos

comerciales. La eficacia del ANA en mejorar la productividad y calidad de los cultivos ha llevado a su uso generalizado en prácticas agrícolas modernas.

2.5.4 ÁCIDO INDOL BUTÍRICO (AIB)

El ácido indolbutírico (AIB) es una auxina sintética, químicamente similar al ácido indolacético (AIA), que ha demostrado ser más efectiva que otras auxinas en la promoción del enraizamiento en una amplia variedad de especies vegetales. Esta eficacia superior ha llevado a que el AIB sea la auxina más utilizada en prácticas agrícolas y hortícolas (Setyowati y Rahayu, 2023). Una de sus principales ventajas es su baja toxicidad en un amplio rango de concentraciones, lo que lo hace seguro para su aplicación en diferentes contextos. Además, el AIB no se degrada fácilmente por la luz o microorganismos, lo que le permite permanecer activo por más tiempo en el sitio de aplicación (Rampur et al., 2020). Al ser insoluble en agua, el AIB se mantiene en la zona tratada, proporcionando un efecto prolongado y consistente en la promoción del enraizamiento. Estas características hacen del AIB una herramienta invaluable en la propagación vegetal, mejorando significativamente las tasas de éxito en el enraizamiento de esquejes y otras técnicas de clonación (El-Kinany et al., 2020).

CAPÍTULO III. DESARROLLO METODOLÓGICO

3.1 UBICACIÓN

Se realizó en el vivero de la Carrera de Ingeniería Agrícola en campus politécnico de la ESPAM MFL, ubicada en el sitio El Limón, parroquia Calceta perteneciente al Cantón Bolívar, Manabí. Posicionado geográficamente en las coordenadas 0° 49' 23" Latitud Sur y 80° 11' 01" Longitud Oeste, a una altitud de 15 msnm (Datos del Área meteorológica de la ESPAM MFL)¹.

3.1.1 CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS

Los datos climatológicos del lugar del estudio se detallan en la (Tabla 3.1).

Tabla 3.1. Datos climáticos

Años	Media
Humedad Relativa (%)	82,5
Temperatura máxima (°C)	30,7
Temperatura mínima (°C)	21,4
Temperatura media (°C)	26,1
Evaporación (mm)	1157,1
Precipitación (mm)	946
Recorrido del viento (km/hora)	547
Heliofanía (Horas sol)	1008,8

Fuente: Estación meteorológica de la ESPAM MFL (2022)

3.2 DURACIÓN

Este experimento tuvo una duración de 6 meses.

3.3 MÉTODOS Y TÉCNICAS

Esta investigación es de tipo experimental, de campo.

¹ Estación meteorológica de la ESPAM MFL (2022)

3.3.1 MATERIAL EN ESTUDIO

Se utilizaron varetas de pitahaya amarilla (*Selenicereus megalanthus*), obtenidas de ramas de plantas en producción.

3.3.2 FACTOR EN ESTUDIO

Factor A: Fitorreguladores

E1 Ácido naftalenacético (ANA)

E2 Ácido indol butírico (AIB)

E3 Citoquininas

Factor B.: Tamaño de varetas

T1 30 cm

T2 15 cm

3.3.3 TRATAMIENTO

Tabla 2.2. Descripción de los tratamientos con sus respectivas combinaciones de factores niveles.

TRATAMIENTOS	SIMBOLOGÍA	FITORREGULADORES	TAMAÑO DE VARETA (cm)
1	E1T1	Ácido naftalenacético	30
2	E1T2	Ácido naftalenacético	15
3	E2T1	Ácido indol butírico	30
4	E2T2	Ácido indol butírico	15
5	E3T1	Citoquininas	30
6	E3T2	Citoquininas	15
7	Testigo T1	Sin enraizante	30
8	Testigo T2	Sin enraizante	15

3.3.4 DISEÑO Y UNIDAD EXPERIMENTAL

Se realizará un diseño DBCA con arreglo factorial $A \times B + 2$ con dos factores en estudio y tres repeticiones con un total de 24 unidades experimentales, cada unidad experimental estará conformada por 10 plántulas de pitahaya amarilla.

Tabla 3.3. ANOVA

Fuentes de variación	Grados de libertad	
Total	23	
Repeticiones	2	
Tratamientos	7	
Fitorreguladores		2
Tamaño de vareta		1
AxB		2
Testigo 1 vs enraizantes		1
Testigo 2 vs enraizantes		1
Error experimental	14	

3.4 VARIABLES RESPUESTA

3.4.1 DÍAS DE EMISIÓN DEL BROTE

Se contabilizaron los días que se tardaron en aparecer los primeros brotes de las varetas, después de la siembra en las fundas, se tomó en cuenta el estado 019 de la escala BBCH.

3.4.2 PORCENTAJE DE CLADODIOS (RAMA) PRENDIDOS

Se contabilizaron visualmente y se considerará cladodio prendido cuando el brote o los brotes alcancen una longitud de 3 a 5 cm, variable que se determinará a los 60 días después del trasplante.

3.4.3 NÚMERO DE BROTES

Esta variable se registró a los 60 días después de la siembra de las varetas en las fundas, contando el número de brotes desarrollados en el esqueje.

3.4.4 LONGITUD DE LOS BROTES (cm)

Las medidas se tomaron desde la base de la arista hasta el ápice de los brotes, en cada unidad experimental de cada tratamiento a los 60, 80, 100 y 120 días después del trasplante, para lo cual se utilizó una cinta métrica.



Figura 3.1. Variable longitud de brote a los 120 días.

3.4.5 DIÁMETRO DE LOS BROTES (mm)

Se determinaron a los 60, 80, 100 y 120 días después del trasplante de las varetas, utilizando un calibrador digital, colocándolo en la parte ecuatorial.



Figura 3.2. Diámetro de brotes a los 80 días.

3.4.6 PESO DE LOS BROTES (gr)

Esta variable se registró a los 120 días, donde se procederá a pesar en una balanza de precisión.



Figura 3.3. Variable peso de brote a los 120 días.

3.4.7 VOLUMEN DE BROTES (cm³)

Se registró a los 120 días después de la siembra, a los brotes se los sumergió en una probeta graduada con un volumen de agua conocido, se evaluó sumergiendo los brotes y por diferencia de nivel se determinará su volumen.



Figura 3.4. Variable volumen de brote a los 120 días.

3.4.8 LONGITUD DE RAÍCES (cm)

Se evaluó a los 120 días, utilizando una cinta métrica desde la base del cuello radicular hasta la cofia.



Figura 3.5. Variable longitud de raíz a los 120 días.

3.4.9 PESO DE RAÍCES (gr)

Se determinó a los 120 días después de la siembra, y el peso se obtuvo mediante el uso de una balanza de precisión.



Figura 3.6. Variable peso de raíz a los 120 días.

3.5 MANEJO DEL EXPERIMENTO

3.5.1 ADECUACIÓN DEL ÁREA A UTILIZAR

Primero se realizó una limpieza de las mesas y alrededores, que se utilizó para el establecimiento de las unidades experimentales.



Figura 3.7. Limpieza y adecuación del área.

3.5.2 RECOLECCIÓN DE SUSTRATO Y LLENADO DE FUNDAS

Para el llenado de fundas se preparó un sustrato a base de tres componentes, que estuvo conformado en mayor proporción por tierra franca arcillosa, una parte de materia orgánica y una de arena de río. Con el fin de haber obtenido un sustrato con características físicas deseables como, un buen drenaje, buena estructura y nutrientes.



Figura 3.8. Llenado y ubicación de las fundas.

3.5.3 RECOLECCIÓN Y DESINFECCIÓN DE VARETAS

La recolección de las varetas se obtuvo de plantas productivas y sanas. La desinfección se realizó usando una bomba de mochila, aplicándole un fungicida con la dosis recomendada, compuesto con los siguientes ingredientes activos Carbendazim, Tebuconazole, Propilenglycol.



Figura 3.9. Recolección del material vegetativo.

3.5.4 SIEMBRA Y APLICACIÓN DE ENRAIZANTE

Una vez obtenida las varetas con un día de reposo se procedió a hacer los cortes 15 y 30 cm, luego en la parte inferior se eliminaron las aristas dejando expuesto el haz vascular para evitar pudriciones. Seguido se sellaron los cortes con una pasta formulada a partir de Mancozeb y Cymoxanil. Los fitorreguladores fueron aplicados con las dosificaciones y recomendaciones que se indican en el producto y posteriormente se sembraron apoyados y amarrados a un tutor guía.



Figura 3.10. Corte de vareta, al tamaño de 30 cm.

3.5.5 CONTROL DE MALEZA

Una vez que se realizó la siembra, se controló las malezas de forma manual siempre antes de aplicar el riego, para evitar en lo más posible desboronar el sustrato.



Figura 3.11. Desmalezamiento manual a los 41 días después de la siembra.

3.5.6 CONTROL DE PLAGA Y ENFERMEDADES

Durante el transcurso de los 120 días, no fue necesario aplicar ningún control de plagas en el cultivo. Pero si hubo presencia de pequeñas manchas foliares a los 5 días

después de la siembra, y se aplicó un fungicida a base Azoxystrobin y Difenconazole, durante 40 días, aplicándolo 2 veces por semana (lunes y viernes).



Figura 3.12. Aplicación de fungicida 6 días después de la siembra.

3.5.7 FERTILIZACIÓN

Se realizó una fertilización a los 60 días después de la siembra, de manera edáfica, aplicando un aproximado de 1g por planta de un fertilizante químico estándar, a base de nitrógeno, fosforo, potasio, azufre, magnesio, boro, hierro, magnesio y zinc.



Figura 3.13. Aplicación de fertilizante químico a los 60 días.

3.5.8 RIEGO

Para esta actividad se suministró un riego calendario, los días lunes, miércoles, viernes, para así procurar mantener una humedad óptima, los riegos se realizaron de forma manual.



Figura 3.14. Riego de las platas de pitahaya, día de la siembra.

CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 EFECTO DE LOS FITORREGULADORES EN EL ENRAIZAMIENTO DE VARETAS DE PITAHAYA AMARILLA

Los fitorreguladores demostraron efectos altamente significativos ($p < 0.01$) en el enraizamiento de las varetas de pitahaya amarilla, particularmente en el peso de raíz, y mostraron diferencias significativas ($p < 0.05$) en la longitud de raíz (Tabla 4.1). El fitorregulador ANA mostró el mayor aumento en peso de raíz, superando significativamente al testigo y al fitorregulador AIB. Este hallazgo sugiere que el ANA es particularmente eficaz para mejorar el peso radicular, alcanzando un 65.27% más de peso que el testigo y un 38.23% más que el AIB. La eficacia del ANA podría deberse a su capacidad para estimular más efectivamente la proliferación celular y el alargamiento de raíces en comparación con otros fitorreguladores

Tabla 4.1. Medias de variables de enraizamiento

Tratamiento	Peso de raíz (g)	Longitud de raíz (cm)
ANA	5,99 a	18,15 ab
AIB	3,70 ab	19,28 a
CIT	3,51 ab	15,08 ab
TES	2,08 b	13,13 b
C.V.	35,11	20,27
p- valor	0,0007 **	0,0170 *

P - valor = $\alpha \leq 0,05$ significativo *

Ns (No significativo)

P - valor = $\alpha \leq 0,01$ **Altamente Significativo

Con respecto a la longitud de raíz, el fitorregulador AIB resultó ser el más efectivo, superando al testigo en un 31.89% y al ANA en un 5.86%. Estos resultados indican que, aunque el ANA es superior en aumentar el peso de raíz, el AIB es más eficiente en promover el crecimiento longitudinal de las raíces. Esta diferenciación en la eficacia de los fitorreguladores podría deberse a las distintas vías metabólicas que activan cada uno. Los hallazgos son consistentes con el estudio de Torres (2015), que también observó diferencias significativas en longitud y número de raíces en la propagación de pitahaya (*Selenicereus undatus*) utilizando fitorreguladores a base

de ANA y AIB. Estos resultados refuerzan la importancia de seleccionar el tipo adecuado de fitorregulador según el objetivo específico de la propagación radicular.

4.2 INFLUENCIA DE DOS TAMAÑOS DE VARETA SOBRE EL ENRAIZAMIENTO DE VARETAS DE PITAHAYA AMARILLA

El tamaño de vareta presentó diferencias altamente significativas en el enraizamiento de las varetas de pitahaya amarilla (p -valor < 0.01) la variable peso de raíz y longitud de raíz, indica que las varetas de 30 cm alcanzan las medias más altas, reportando un peso de raíz en las de 30 cm de 54.97 % más que las de 15 cm y una longitud de raíz 23.76 % mayor (Tabla 4.2).

Tabla 4.2. Medias de variable de enraizamiento con dos tamaños de varetas

tamaño de vareta (cm)	Peso de raíz (g)	Longitud de raíz (g)
30	4,87 a	18,36 a
15	2,77 b	14,46 b
C.V.	18,28	16,73
p-valor	0,0001 **	0,0031 **

Al existir diferencias altamente significativas en el peso de raíz y en la longitud de raíz, estas se encuentran estrechamente relacionadas con las variables de crecimiento, donde se observa una diferencia significativa en el crecimiento de los brotes en función del tamaño de la vareta y el tiempo. A través de la prueba ANOVA, se ha encontrado que las diferencias en las longitudes de brote son estadísticamente significativas para todos los tiempos evaluados (p -valor < 0.05), lo que indica que el tamaño de la vareta y el tiempo tienen un impacto importante en el crecimiento de los brotes (Tabla 4.3).

En los intervalos de 100 y 120 días, las diferencias entre los tamaños de varetas se mantienen significativas. A los 100 días, las varetas de 30 cm muestran una longitud media de 52.29 cm frente a 37.32 cm en las de 15 cm, con un p -valor < 0.001 y un coeficiente de variación del 17.48%. A los 120 días, la longitud de los brotes en las varetas de 30 cm es de 70.18 cm, mientras que en las de 15 cm es de 51.90 cm,

con un p-valor <0.001 y un C.V. de 16.37%. Concordando al estudio realizado por Humphries et al. (2022) sobre *Opuntia ficus-indica* quienes encontraron que las varetas más largas favorecían un enraizamiento más rápido y una mayor supervivencia de las plántulas. En su investigación, observaron que las plántulas enraizadas con varetas de 30 cm mostraron un crecimiento medio de los brotes de 18.5 cm, mientras que aquellas enraizadas con varetas de 15 cm alcanzaron solo 10.2 cm de longitud.

Tabla 4.3. Medias de longitud de brotes con los dos tamaños de varetas

Tamaño de Vareta (cm)	Longitud de brote (cm)			
	60 días	80 días	100 días	120 días
30	11.90 a	31.58 a	52.29 a	70.18 a
15	8.45 b	21.46 b	37.32 b	51.90 b
C.V.	31.37	25.52	17.48	16.37
p-valor	0.0147 **	0.001 **	0.001 **	0.001 **

A los 60 días, las varetas de 30 cm presentan una longitud media de 11.90 cm frente a 8.45 cm en las varetas de 15 cm, que indica una diferencia altamente significativa. La variabilidad entre las longitudes es alta, con un coeficiente de variación del 31.37%. Para los 80 días, las longitudes medias de los brotes en varetas de 30 cm alcanzan 31.58 cm, comparado con 21.46 cm en las de 15 cm, mostrando una menor variabilidad, donde podemos observar que la longitud de brotes tuvo mayor crecimiento para las varetas de 30 cm, en el cual a los 100 días tuvo el mayor porcentaje de crecimiento con un 29.50% a diferencia de los 60, 80 y 120 días.

Los resultados destacan que el mayor tamaño de las varetas favorece un enraizamiento y crecimiento más vigoroso y uniforme de la pitahaya amarilla. Investigaciones recientes de Beltrán et al. (2021) sugieren que, si bien el tamaño de la vareta puede influir en el crecimiento inicial de los brotes, esta influencia puede disminuir con el tiempo a medida que las plantas se establecen y desarrollan sistemas de raíces más complejos. En su estudio longitudinal sobre *Stenocereus queretaroensis*, encontraron que, si bien las diferencias en el crecimiento de los brotes entre varetas de diferentes tamaños fueron significativas a los 60 días, estas

diferencias se redujeron considerablemente a los 180 días, con longitudes medias de brote de 52.8 cm para las varetas de 30 cm y 49.6 cm para las de 15 cm.

El análisis de los resultados del diámetro de brotes en función del tamaño de la vareta (30 cm y 15 cm) a diferentes intervalos de tiempo (60, 80, 100 y 120 días) revela diferencias significativas en el crecimiento de los brotes (Tabla 4.4). La prueba ANOVA muestra que el diámetro de los brotes difiere significativamente entre los tamaños de varetas en todos los periodos evaluados, confirmando que el tamaño de la vareta tiene un efecto importante sobre el diámetro de los brotes.

A los 60 días, los brotes en las varetas de 30 cm tienen un diámetro promedio de 14.57 mm, significativamente mayor que el diámetro de 11.07 mm observado en las varetas de 15 cm, con un p-valor de 0.0002. La variabilidad en los datos es del 14.72%, indicando una dispersión moderada. En el intervalo de 80 días, el diámetro de los brotes en las varetas de 30 cm aumenta a 18.39 mm, mientras que en las de 15 cm es de 15.09 mm y un coeficiente de variación del 8.70%, que muestra una reducción en la variabilidad.

Estos hallazgos están en línea con investigaciones previas que han observado una relación directa entre el tamaño de las varetas y el desarrollo de los brotes en otras especies de cactus, según lo señalado por Pauls et al. (2023) en su estudio sobre *Selenicereus undatus*. En su investigación, observaron que a los 90 días, los brotes enraizados con varetas de 30 cm exhibieron un diámetro medio de 16.8 mm, mientras que aquellos enraizados con varetas de 15 cm tuvieron un diámetro medio de 12.5 mm, datos que respaldan los resultados del presente estudio.

Tabla 4.4. Medias de diámetro de brotes con los dos tamaños de varetas.

Tamaño de Vareta (cm)	Diámetro de brotes			
	60 días	80 días	100 días	120 días
30	14.57 a	18.39 a	19.60 a	20.60 a
15	11.07 b	15.09 b	16.18 b	16.75 b
C.V.	14.72	8.70	8.63	11.47
p-valor	0.0002 **	0.0001 **	0.0001 **	0.0002 **

A los 100 días, los brotes en las varetas de 30 cm presentan un diámetro medio de 19.60 mm, en comparación con 16.18 mm en las varetas de 15 cm, con un p-valor de 0.0001. La variabilidad en este periodo es baja, con un coeficiente de variación del 8.63%. Finalmente, a los 120 días, el diámetro de los brotes en las varetas de 30 cm alcanza 20.60 mm, mientras que en las de 15 cm es de 16.75 mm, con un p-valor de 0.0002 y un coeficiente de variación del 11.47%, indicando una ligera variabilidad en los datos.

Por otro lado, existe literatura que presenta resultados contradictorios en relación con la influencia del tamaño de las varetas en el diámetro de los brotes de cactus. Dachlan et al. (2020) en su estudio sobre *Selenicereus costaricensis*, no encontraron diferencias significativas en el diámetro de los brotes enraizados con varetas de diferentes longitudes a los 120 días. Tanto las varetas de 30 cm como las de 15 cm produjeron brotes con un diámetro medio de aproximadamente 18 mm. Estas discrepancias subrayan la complejidad del crecimiento de los brotes de cactus y sugieren que factores adicionales, como las condiciones ambientales y genéticas, pueden modular la relación entre el tamaño de las varetas y el desarrollo de los brotes.

4.3 ENRAIZAMIENTO DE VARETAS DE PITAHAYA AMARILLA EN FUNCIÓN DEL TAMAÑO Y USO DE FITORREGULADORES.

El análisis estadístico del enraizamiento de la pitahaya amarilla revela que el tamaño de los brotes y el uso de fitorreguladores tienen diferencias significativas ($p < 0.05$) en el tiempo de emisión de brotes y la longitud de las raíces. Además, las diferencias son altamente significativas ($p < 0.01$) en el peso, volumen, longitud y diámetro de los brotes, así como en el peso de las raíces. Sin embargo, no se encontraron diferencias estadísticas en el número de brotes ni en el porcentaje

devaretas que prendieron, lo que indica que estas variables no se ven afectadas por el tamaño de los brotes o el tipo de fitoregulator utilizado (Tabla 4.5).

Tabla 4.5. Medias de las variables para el enraizamiento de pitahaya amarilla con los dos tamaños de varetas.

Trat.	Enrs.	Tam.	Días	Numero de brotes	Vareta prendida (%)	Peso de brote (g)	Volumen de brote (cm ³)	Longitud de brotes (cm)	Diámetro de brotes (mm)	Longitud de raíz (cm)	Peso de raíz (g)
T1	ANA	30	50.50 ab	1,22 a	100,00 a	71.20 a	75.13 a	80.67 a	23.82 a	19.95 a	6.95 a
T2	ANA	15	58.81 a	1,05 a	86,67 a	34.64 bc	40.34 ab	49.20 c	18.26 bc	16.36 ab	5.02 ab
T3	AIB	30	49.53 b	1,29 a	90,00 a	68.12 a	72.33 a	73.97 ab	20.77 ab	20.26 a	5.03 ab
T4	AIB	15	52.04 ab	1,26 a	90,00 a	46.24 abc	47.03 ab	62.83 abc	17.42 bc	18.29 ab	2.37 bcd
T5	CIT	30	52.43 ab	1,12 a	86,67 a	60.14 ab	68.00 a	65.09 abc	19.39 ab	17.73 ab	4.76 abc
T6	CIT	15	48.30 b	1,11 a	91,67 a	35.33 bc	37.69 ab	53.99 bc	16.70 bc	12.42 ab	2.26 cd
T7	TES	30	50.27 ab	1,10 a	88,33 a	51.42 abc	49.18 ab	61.01 abc	18.39 bc	15.48 ab	2.74 bcd
T8	TES	15	56.48 ab	1,00 a	83,33 a	24.25 c	24.48 b	41.58 c	14.64 c	10.78 b	1.43 d
C.V (%)			5.98 *	9,01 ns	9,07 ns	14.42 **	17.13 **	9.86 **	6.98 **	17.32 *	19.40 **
P-valor			< 0,05	>0,05	>0,05	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,05	< 0,001

4.3.1 DÍAS A BROTAÇÃO

La Figura 4.1 muestra que los tratamientos T6 y T3 lograron el menor tiempo de brotación con 48.30 días y 49.53 días, respectivamente. En contraste, los tratamientos con el tiempo más prolongado de brotación fueron T2 y T8 con 58.81 y 56.48 días, en su orden respectivo.

Según Alcantara et al. (2019), estas diferencias pueden atribuirse a la acción de las citoquininas, que estimulan la generación de brotes axilares en las plantas. Las citoquininas aumentan la tasa de división celular, favoreciendo el desarrollo de un mayor número de células y, consecuentemente, un crecimiento más rápido y la formación de más brotes.

4.3.2 PORCENTAJE DE VARETAS PRENDIDAS

Con respecto al porcentaje de varetas prendidas, el análisis estadístico muestra que no existen diferencias significativas (NS) entre los tratamientos. Sin embargo, el tratamiento T1 fue el único que alcanzó el 100% de varetas prendidas. En

contraste, los tratamientos T2, T5 con 86.67%, y T8 con 83.33%, fueron los que mostraron los menores porcentajes de prendimiento (Figura 4.1).

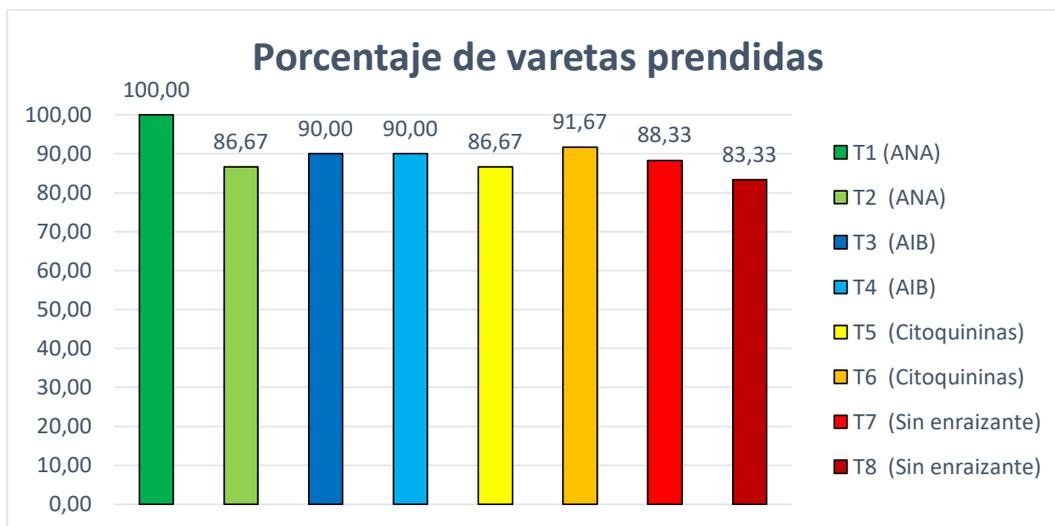


Figura 4.1. Porcentaje de prendimiento de cladodios de pitahaya amarilla en sus distintos tratamientos

Estos resultados concuerdan con Hernández et al. (2005), quienes reportaron un 100% de estacas enraizadas con la aplicación de ANA en una investigación con esquejes de caña flecha (*Gynerium sagittatum Aubl.*). También son similares a los obtenidos por Dardón et al. (2015), quienes encontraron que los tratamientos con ANA promovieron un mayor desarrollo radicular y vegetal en estacas de *Jatropha curcas* L., superando ligeramente a los tratamientos con AIB.

4.3.3 NÚMERO DE BROTES

No hubo diferencias para número de brotes bajo el efecto de los fitorreguladores y el tamaño de varetas. Estos hallazgos son consistentes con el estudio realizado por Vargas (2023) sobre la propagación de pitahayas (*Selenicereus undatus*), donde tampoco se encontró significancia entre los tratamientos en cuanto al número de brotes a los 60 días. Sin embargo, estos resultados discrepan con los reportados por Alcántara et al. (2019), quienes sugirieron que concentraciones más altas de citoquininas podrían promover una mayor producción de brotes vegetativos en comparación con las auxinas (ANA – AIB).

Al analizar las medias obtenidas por los tratamientos en relación con el número de brotes, se observa una tendencia interesante. Los tratamientos con ácido

indolbutírico (T3 y T4) exhibieron las medias más altas, mientras que los tratamientos con ácido naftalenacético (T2) y el testigo (T8) mostraron valores más bajos. Estas observaciones sugieren que el ácido indolbutírico podría tener un efecto más favorable en la producción de brotes en las pitahayas estudiadas en comparación con el ácido naftalenacético y la ausencia de tratamiento.

4.3.4 LONGITUD DE BROTES

La variable longitud del brote reveló diferencias altamente significativas entre los tratamientos ($p < 0.001$). En la Figura 4.2, se observa que, en las varetas de 30 cm, el tratamiento más efectivo fue el T1, que registró un crecimiento longitudinal máximo de 25.27 cm en el intervalo de 100 a 120 días. En promedio, el T1 alcanzó una longitud de 80.67 cm, superando al T7 en 19.66 cm, lo que representa una ventaja del 24.37 % sobre este último. Para las varetas más cortas (0.15 cm), como se muestra en la Figura 4.3, el T4 obtuvo las mayores medias con 62.83 cm, superando al T8 en 21.25 cm. Esto significa que el T4 tiene una superioridad del 33,58 % sobre el T8. El crecimiento máximo del brote para el tratamiento T4 se registró en el intervalo de 60 a 80 días.

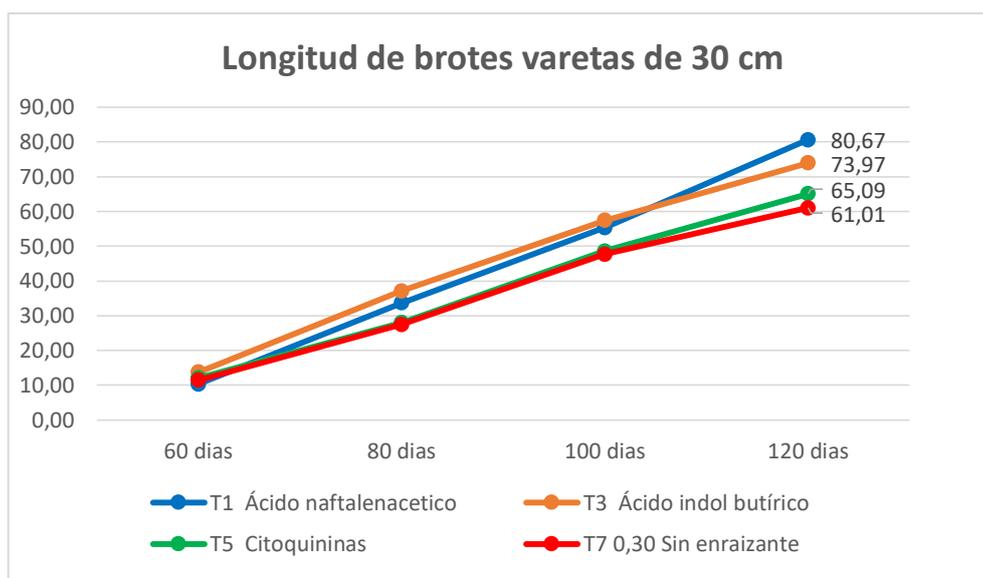


Figura 4.2. Promedio de la longitud de brotes con varetas de 30 cm.

Estos resultados son consistentes con los hallazgos de Ortiz (2022), quien encontró que el ácido naftalenacético influyó significativamente en la longitud del brote en varetas de mayor tamaño de pitahaya amarilla, observando que los tratamientos

con varetas más largas lograron mayores longitudes de brotes. Además, se asemejan a los resultados de Guillén et al. (2023) quienes evaluaron dos longitudes de varetas (0.80 m y 0.50 m) y dos enraizadores (*Citokyn* y *Trichotic*), encontrando que las varetas más largas (0.80 m) mostraron una mayor longitud de brotes, lo que sugiere una influencia significativa del tamaño de las varetas en la longitud del brote ($p < 0,05$).

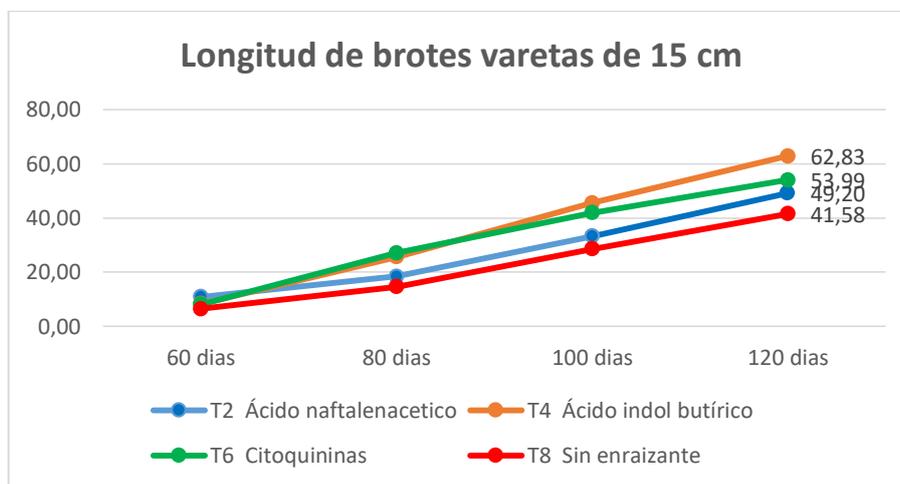


Figura 4.3. Promedio de la longitud de brotes con varetas de 15 cm de pitahaya amarilla en el transcurso de los días.

4.3.5 DIÁMETRO DE LOS BROTES

En la variable diámetro de brotes entre los 60 y 120 días, se encontraron diferencias altamente significativas ($p < 0,01$) entre los tratamientos. En las Figuras 4.4 y 4.5, se observa que el mayor aumento en el diámetro ocurrió entre los primeros 60 y 80 días de evaluación.

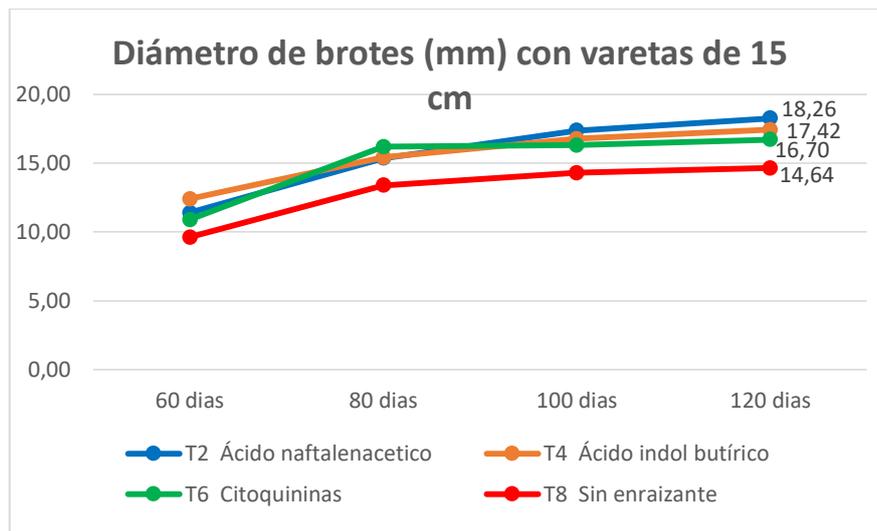


Figura 4.4. Promedio del diámetro de brotes con varetas de 15.

En la Figura 4.6, se destaca que los tratamientos más efectivos para las varetas de 15 cm fueron el T2, con un diámetro medio de 18.25 mm, y el T4, con 14.42 mm, mientras que el T8 registró el diámetro más bajo, con 24.64 mm. Para las varetas de 30 cm, mostradas en la Figura 4.7, se observa una tendencia similar, donde los tratamientos con ácido naftalenacético y ácido indolbutírico (T1 y T2) obtuvieron los mejores resultados, con 23.82 mm y 20.77 mm respectivamente, mientras que el T7 registró el diámetro más bajo, con 18.39 mm.

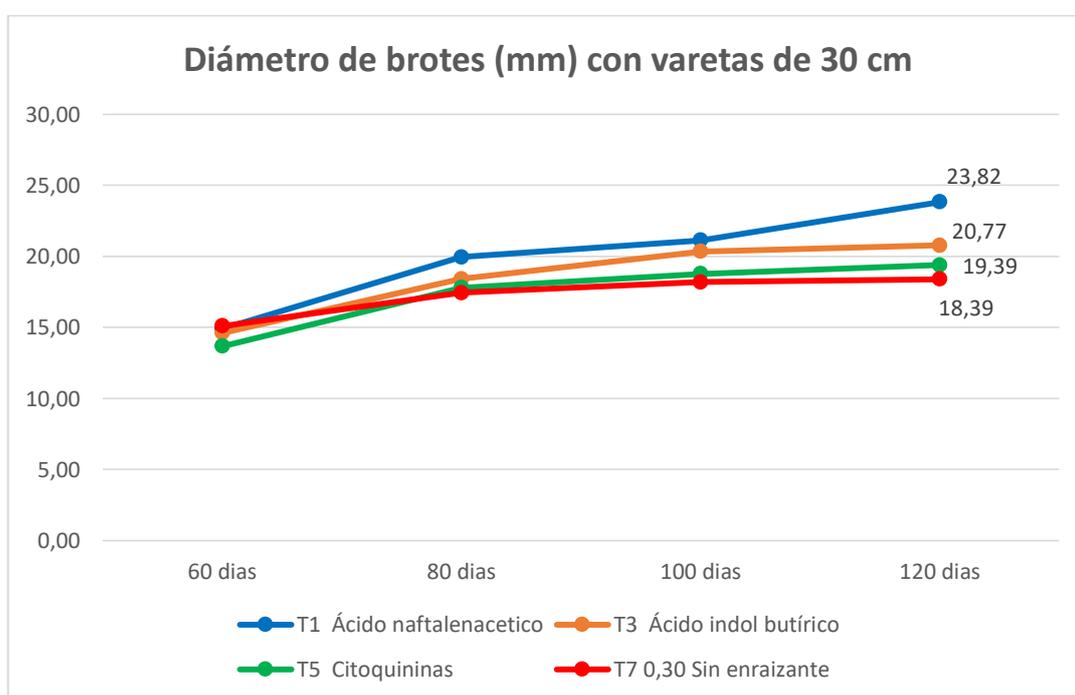


Figura 4.5. Promedio del diámetro de brotes con varetas de 30 cm.

Estos resultados sugieren que las varetas de mayor tamaño presentan brotes con un diámetro mayor, lo cual es consistente con lo observado por Aguilar (2015) en su estudio sobre enraizantes y tamaños de varetas en pitahaya amarilla. Aguilar encontró que el diámetro de los brotes fue mayor en varetas de 50 cm en comparación con las de 30 cm. Este hallazgo también se respalda con los resultados de Abarca (2022), quien encontró significancia estadística para la variable diámetro de brote en un estudio sobre enraizamiento de ANA y AIB en tres especies de crassulaceae, demostrando una mejor adaptación y desarrollo con ANA en comparación con AIB.

4.3.6 PESO DE BROTES

Los resultados del peso de los brotes muestran una alta significancia estadística entre tratamientos ($p < 0.01$), como se puede observar en la Tabla 4.5. Se destaca que los tratamientos que emplearon varetas de mayor tamaño (0.30 cm) exhibieron un peso de brote superior. Específicamente, el tratamiento T1 destacó como el más efectivo, alcanzando un peso máximo de 71.20 g, lo que representó una ventaja del 27.78 % sobre el tratamiento T7. Es importante señalar que todos los tratamientos que incluyeron ácido naftalenacético, ácido indolbutírico y citoquininas obtuvieron medias superiores a los tratamientos testigos (T7 y T8).

Estos resultados resaltan el papel crucial de las fitohormonas en la promoción de la división celular, la elongación y el desarrollo de tejidos, lo que se traduce en un mayor crecimiento y biomasa de los brotes, como mencionan Alcántara et al. (2019). Este hallazgo subraya la importancia de considerar no solo el tamaño de las varetas, sino también la aplicación de fitohormonas en la propagación de plantas, especialmente en la producción de brotes con un mayor peso y potencial de crecimiento.

4.3.7 VOLUMEN DE BROTES

Los resultados del volumen de brotes mostraron una alta significancia estadística ($p \leq 0.01$) entre los tratamientos, como se observa en la Tabla 4.5. Se observa una clara superioridad de los tratamientos que utilizaron ácido naftalenacético, ácido indolbutírico y citoquininas en comparación con los tratamientos testigos (T7 y T8), que registraron los valores más bajos, con 24.18 cm³ para el T8 y 49.18 cm³ para

el T7. Esto indica que el uso de fitorreguladores puede mejorar el volumen de brotes en varetas de 30 cm hasta en un 34.54 %, como se evidencia al comparar el tratamiento T1, con el valor más alto promedio, y el tratamiento testigo T7. Para las varetas de 15 cm, la mejora en el volumen de brotes es del 47.95 % al comparar el tratamiento T4 con el tratamiento testigo T8.

Estos hallazgos están respaldados por Abarca (2022), quien encontró significancia estadística en un estudio sobre el enraizamiento de tres especies de Crassulaceae con ácido naftalenacético y ácido indolbutírico y observó que todas las dosis de ácido naftalenacético y las dosis de 500 ppm de ácido indolbutírico influyeron sustancialmente en el volumen de brotes de Crassulaceae.

4.3.8 LONGITUD DE RAÍZ

En cuanto a la longitud de raíz, se encontraron diferencias estadísticamente altamente significativas ($p < 0.01$), lo cual es consistente con los hallazgos de Balaguera et al. (2010) quienes también reportaron resultados altamente significativos entre la longitud de raíces y el efecto independiente del AIB. Muestra que los tratamientos T3, con una longitud de 20.26 cm, y T1, con 19.95 cm, registraron los valores más altos, mientras que los tratamientos T6, con 12.42 cm, y T8, con 10.78 cm, presentaron los valores más bajos.

Se destaca la superioridad de los tratamientos que utilizaron varetas de 30 cm sobre los de 15 cm, como se evidencia en los tratamientos que recibieron aplicación de citoquinina, donde el tratamiento T5 mostró una ventaja del 29.94 % sobre el tratamiento T6. Estos hallazgos son consistentes con los resultados de Chhetri et al. (2021) quienes encontraron una interacción significativa entre diferentes longitudes de esquejes de pitahaya (15 cm, 20 cm, 30 cm) y concentraciones de AIB (3000 ppm, 4000 ppm, 5000 ppm, 6000 ppm) con respecto a la longitud de brotes, observando que los esquejes de 30 cm mostraron los mejores resultados.

4.3.9 PESO DE RAÍZ

La variable de peso de raíz (g) mostró una diferencia altamente significativa entre los tratamientos ($p > 0.01$). En la Tabla 4.5., se observa una clara distinción entre los tratamientos que recibieron la aplicación de un fitorregulador y los tratamientos testigos, con una jerarquía de eficacia liderada por el ANA, seguido del AIB y, por último, la citoquinina. También se destaca que existen diferencias entre los resultados de tratamientos que recibieron el mismo fitorregulador, pero con distintos tamaños de varetas. La mayor diferencia se registró entre el tratamiento T3 y T4, con un 52.77 %, mientras que la diferencia mínima fue del 23.45 % entre el tratamiento T1 y T2.

Estos resultados discrepan con los obtenidos por López et al. (2023), quienes evaluaron el efecto del ácido indolbutírico en la propagación de pitahaya amarilla bajo condiciones de invernadero. Sus hallazgos no mostraron diferencias significativas en cuanto al peso de la masa radicular, concluyendo que el T1, constituido por 0 mg/L de AIB, fue el más efectivo.

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

- El uso de fitorreguladores tiene un impacto significativo en el enraizamiento de varetas de pitahaya amarilla. El fitorregulador a base de ANA mostró ser el más efectivo para aumentar el crecimiento de raíz.
- La longitud de las varetas tiene un efecto significativo en el enraizamiento y el crecimiento de los brotes de pitahaya amarilla. Las varetas de (30 cm) promueven un enraizamiento más rápido y un crecimiento más vigoroso de los brotes en comparación con varetas de menor tamaño.
- Existe una interacción significativa entre el tamaño de varetas y el uso de fitorreguladores en el enraizamiento de varetas de pitahaya amarilla. La combinación de varetas de 30 cm en combinación con fitorreguladores como ANA y AIB logran mayor enraizamiento y crecimiento.

5.2 . RECOMENDACIONES

- Explorar otras combinaciones de fitohormonas y dosis para determinar su efecto en el enraizamiento y crecimiento de varetas de pitahaya amarilla, con el objetivo de identificar tratamientos más efectivos.
- Investigar las posibles interacciones entre el tamaño de las varetas y el tipo de fitorregulador para optimizar el protocolo de enraizamiento, buscando determinar combinaciones específicas que maximicen el éxito del proceso.
- Incluir la evaluación de variables ambientales (temperatura, humedad, luz) y genéticas de las plantas para contextualizar mejor los resultados obtenidos y comprender su influencia en el enraizamiento y crecimiento de las varetas de pitahaya amarilla.

BIBLIOGRAFÍA

- Abarca, A. (2022). Efecto De Los Reguladores De Crecimiento Ácido Naftalenacético Y Ácido Indolbutírico Para El Enraizamiento De Tres Especies De Crassulaceae. Obtenido de <https://repositorio.uteq.edu.ec/server/api/core/bitstreams/1787c188-442d-4a41-8887-860a38daad00/content>
- Agencia de Regulación y Control Fito y Zoosanitario. (2023). La pitahaya ecuatoriana llegará a China. <https://www.agrocalidad.gob.ec/la-pitahaya-ecuatoriana-llegara-a-china/#:~:text=En%20Ecuador%20existen%207.216%2C73,%2C%20Pichincha%2C%20Manabí%20y%20Guayas.>
- Aguilar, G. (2015). Evaluación De Tres Enraizantes Y Dos Tamaños De Cladodios En La Propagación Asexual De Pitahaya Amarilla *Cereus Triangularis* (L.) Haw., EN YANTZAZA. Obtenido de <https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/10031/1/TESIS%20GABY%20AGUILAR.pdf>
- Alcantara, J., Acero, G., Alcántara, J. y Sánchez, R. (2019). Principales reguladores hormonales y sus interacciones en el crecimiento vegetal. Obtenido de <http://www.scielo.org.co/pdf/nova/v17n32/1794-2470-nova-17-32-109.pdf>
- Almeida, E. I. B., Corrêa, M. C. D. M., Mesquita, R. O., Galão, M. I., DoVale, J. C., Silva, M. D. S., Cajazeira, J. P. y Queiroz, R. F. (2021). Ecophysiology and production of red pitaya under different light conditions. *Australian Journal of Crop Science*, 15(08):2021, 1130-1138. <https://doi.org/10.21475/ajcs.21.15.08.p3099>
- Angonese, M., Motta, G. E., Silva De Farias, N., Molognoni, L., Daguer, H., Brugnerotto, P., De Oliveira Costa, A. C. y Olivera Müller, C. M. (2021). Organic dragon fruits (*Selenicereus undatus* and *Selenicereus polyrhizus*) grown at the same edaphoclimatic conditions: Comparison of phenolic and organic acids

profiles and antioxidant activities. LWT, 149, 111924.
<https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.111924>

Balaguera, H., morales, E., Almaza, P. y Balaguera, w. (2010). El tamaño del cladodio y los niveles de auxina influyen en la propagación asexual de pitaya (*Selenicereus megalanthus* Haw.). Obtenido de https://revistas.uptc.edu.co/index.php/ciencias_hortícolas/article/view/1222/1221

Beltrán, F. A., Arce-Amezquita, P. M., Ruiz-Espinoza, F. H., Beltrán-Valdivia, V., Hernández-Montiel, L. G. y Murillo-Amador, B. (2021). NaCl effect on germination and seedling fresh weight of *Stenocereus eruca* (Brandege) A.C. Gibson & K.E. Horak. *Journal of the Professional Association for Cactus Development*, 23, 134-149. <https://doi.org/10.56890/jpacd.v23i.482>

Carnelo, D., Lozano, J., Giardina, E., Tognetti, J. y Hugo, A. (2022). Reanálisis de la acción de la citoquinina: los cambios anatómicos de la hoja juegan un papel clave en la promoción del crecimiento impulsada por la 6-bencilaminopurina en lechuga cultivada en maceta. *Revista Chapingo Serie horticultura*, 28(3). https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S1027-152X2022000200109&script=sci_arttext&tlng=es#TFN6

Chhetri, S., Hasan, M. y Tamang, A. (2021). Influence of Varying Length of Stem Cutting and IBA Concentrations on Root and Shoot Growth in Dragon Fruit cv Giant White (*Selenicereus undatus*). Obtenido de <file:///C:/Users/Usuario/Downloads/MS14.pdf>

Córdova, H. (2022). Manejo agronómico del cultivo de pitahaya amarilla (*Selenicereus megalanthus*) en el Ecuador. [Trabajo de titulación, Universidad Técnica de Babahoyo]. <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/11372/E-UTB-FACIAG-ING%20AGRON-000388.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Corres, A. Efecto del fertirriego en la propagación sexual y asexual de la pitahaya (*Selenicereus undatus*) bajo cultivo sin suelo (Tesis) (Maestría). [en línea]

Instituto Politécnico Nacional, Centro Interdisciplinario de Investigación y Desarrollo Integral Regional, Maestro en Ciencias en Conservación y Aprovechamiento de Recursos Naturales, Área: Protección y Producción Vegetal. Oaxaca-México. 2006. pp. 19-20. [Consulta: 09 octubre 2021]. Disponible en: http://literatura.ciidiroaxaca.ipn.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/LITER_CIIDIROAX/19/CorresAntonio%2CD..pdf?sequence=1&isAllowed=y

Dachlan, A., Rafiuddin, Susanti, Syam'un, E., Asrul, L., Ulfa, F. y Irindu, D. (2020). Growth of red dragon fruit seedlings (*Selenicereus costaricensis* L.) from two sources of cuttings at various concentrations of shallot solutions. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 486(1), 012112. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/486/1/012112>

Dardon, J., Aguirre, J., Iracheta, L., Solís, B. y Mina, F. (2015). Evaluación De Diferentes Concentraciones De Auxinas En El Enraizamiento De Estacas De *Jatropha Curcas* L. Obtenido de <https://revista-agroproductividad.org/index.php/agroproductividad/article/view/645/1204>

Delgado, G. E., Vásquez-Díaz, C., Esquerre-Ibañez, B., Bazán-Sernaqué, P. y Rojas-Idrogo, C. (2021). In vitro tissue culture in plants propagation and germplasm conservation of economically important species in Peru. *Scientia Agropecuaria*, 12(3), 337-349. <https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2021.037>

Dewir, Y. H., Habib, M. M., Alaizari, A. A., Malik, J. A., Al-Ali, A. M., Al-Qarawi, A. A. y Alwahibi, M. S. (2023). Promising Application of Automated Liquid Culture System and Arbuscular Mycorrhizal Fungi for Large-Scale Micropropagation of Red Dragon Fruit. *Plants*, 12(5), 1037. <https://doi.org/10.3390/plants12051037>

Dhande, C. y Bagchi, P. (2023). A study on the Nutritional and Medicinal Properties in Dragon Fruit: A Review. En R. Somashekhar, P. Bagchi, K. S. Jawalkar, G. Dhanalakshmi, R. Hill y S. N. Harke (Eds.), *Proceedings of the International Conference on Advances in Nano-Neuro-Bio-Quantum (ICAN 2023)* (Vol. 69, pp. 55-63). Atlantis Press International BV. <https://doi.org/10.2991/978-94->

6463-294-1_5

- Diéguez, K., Sarduy-Pereira, L. B., Sablón-Cossío, N., Bautista-Santos, H., Sánchez-Galván, F. y Ruíz Cedeño, S. D. M. (2022). Evaluation of the Circular Economy in a Pitahaya Agri-Food Chain. *Sustainability*, 14(5), 2950. <https://doi.org/10.3390/su14052950>
- El-Kinany, R. G., Salama, Y. E., Rozan, M. A., Bayom, H. M. y Nassar, A. M. K. (2020). Impacts of Humic Acid, Indole Butyric Acid (IBA) and Arbuscular Mycorrhizal Fungi (*Glomus mosseae*) as Growth Promoters on Yield and Phytochemical Characteristics of *Hibiscus Sabdariffa* (Roselle). *Alexandria Science Exchange Journal*, 41(1), 29-41. <https://doi.org/10.21608/asejaiqjsae.2020.73036>
- Estación meteorológica de la ESPAM-MFL (2010). Ubicación geográfica proporcionada por el Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología. 1/.
- Fathy, M., Saad Eldin, S. M., Naseem, M., Dandekar, T. y Othman, E. M. (2022). Cytokinins: Wide-Spread Signaling Hormones from Plants to Humans with High Medical Potential. *Nutrients*, 14(7), 1495. <https://doi.org/10.3390/nu14071495>
- Fergie, N. (2019). Cultivo de Pitahaya en Piura abre grandes oportunidades. <https://infomercado.pe/cultivo-de-pitahaya-en-piura-abre-grandes-oportunidades/>
- Fitri, Z. E., Silvia, M., Madjid, A., Imron, A. M. N. y Sahenda, L. N. (2022). Red Dragon Fruit (*Selenicereus costaricensis*) Ripeness Color Classification by Naïve Bayes Algorithm. *Applied Technology and Computing Science Journal*, 5(1), 21-29. <https://doi.org/10.33086/atcsj.v5i1.3690>
- Fontanetti, M., Arruda, A., da Silva, E., dos Santos, M., Honorato, L. y Eustáquio, M. (2021). Cladode size and collection time for pitahaya propagation. *Ciencia e Agrotecnología*, 45, e004821
- Guillén, S., López, G., Vélez, J. y Zambrano, G. (2023). Longitud de vareta y uso de

enraizadores en la propagación de pitahaya. Obtenido de <https://www.espam.edu.ec/recursos/sitio/informativo/archivos/ponencias/sigloxxi/XI/CISPA/S1/CISPA-S1-002.pdf>

Gupta, V., Guleri, R., Gupta, M., Kaur, N., Kaur, K., Kumar, P., Anand, M., Kaur, G. y Pati, P. K. (2020). Anti-neuroinflammatory potential of *Tylophora indica* (Burm. F) Merrill and development of an efficient in vitro propagation system for its clinical use. PLOS ONE, 15(3), e0230142. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0230142>

Hai, N. N., Chuong, N. N., Tu, N. H. C., Kisiala, A., Hoang, X. L. T. y Thao, N. P. (2020). Role and Regulation of Cytokinins in Plant Response to Drought Stress. *Plants*, 9(4), 422. <https://doi.org/10.3390/plants9040422>

Hernández, J. (2008). El cultivo de la pitahaya [Trabajo de grado, Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro”]. <file:///C:/Users/Usuario/Downloads/T16585%20HERNÁNDEZ%20AGUILAR.%20JOSE%20GENARO%20%20MONOG..pdf>

Hernández, J., Aramendiz, H. y Cardona, C. (2005). Influencia del ácido indolbutírico y ácido naftalenoacético sobre el enraizamiento de esquejes de caña flecha (*Gynerium sagittatum* Aubl.). Obtenido de file:///C:/Users/Usuario/Downloads/Influencia_del_acido_indolbutirico_y_acido_naftale.pdf

Humphries, T., Campbell, S. y Florentine, S. (2022). Challenges Inherent in Controlling Prickly Pear Species; a Global Review of the Properties of *Opuntia stricta*, *Opuntia ficus-indica* and *Opuntia monacantha*. *Plants*, 11(23), 3334. <https://doi.org/10.3390/plants11233334>

Hussain, I., Khakwani, A. A., Bakhsh, I., Khan, E. A. y Sheheryar, S. (2021). Effect of naphthalene acetic acid (NAA) on grain yield and bioeconomic efficiency of coarse rice (*Oryza sativa* L.). *Pakistan Journal of Botany*, 53(6). [https://doi.org/10.30848/PJB2021-6\(21\)](https://doi.org/10.30848/PJB2021-6(21))

- Knights, H. E., Jorin, B., Haskett, T. L. y Poole, P. S. (2021). Deciphering bacterial mechanisms of root colonization. *Environmental Microbiology Reports*, 13(4), 428-444. <https://doi.org/10.1111/1758-2229.12934>
- López, R.; et al. "Propagación vegetativa de tres especies de cactáceas: Pitahaya (*Stenocereus griseus*), Tunillo (*Stenocereus stellatus*) y Jiotilla (*Escontria chiotilla*)". *Agrociencia* [en línea], 2000, (México) 34(3), pp. 363-367. [Consulta: 05 octubre 2021]. ISSN: 1405-3195. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/302/30234313.pdf>.
- López, S., Mostacero, J., Vásquez, C., Gil, A., Cruz, A., Villena, L., . . . Gonzáles, A. (2023). Efecto del ácido indolbutírico en la propagación de *Selenicereus undatus* "pitahaya" bajo condiciones de invernadero. Obtenido de <http://www.scielo.org.pe/pdf/mang/v20n4/2414-1046-manglar-20-04-341.pdf>
- Ma, W., Tang, S., Dengzeng, Z., Zhang, D., Zhang, T. y Ma, X. (2022). Root exudates contribute to belowground ecosystem hotspots: A review. *Frontiers in Microbiology*, 13, 937940. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2022.937940>
- Ministerio de desarrollo agrario y riego. (2021). Perfil de Mercado de la Pitahaya. <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/2055424/Perfil%20de%20Mercado%20de%20la%20Pitahaya.pdf.pdf>
- Montesinos, J.; et al. (2015). Revisión bibliográfica. Pitahaya (*Selenicereus* spp.) un recurso filogenético con historia y futuro para el trópico seco de México. *Cultrop*, 36(1), 67-76. <http://scielo.sld.cu/pdf/ctr/v36s1/ctr07s115.pdf>.
- Mori, C. V., Patel, A., Parmar, V. y Patel, G. (2023). Dragon fruit (Kamalam): An excellent exotic fruit crop of India. *The Pharma Innovation*, 12(1), 115-123. <https://doi.org/10.22271/tpi.2023.v12.i1b.18189>
- Morillo, A. C., Manjarres, E. H. y Pedreros, M. C. (2023). Characterization of yellow pitahaya (*Selenicereus megalanthus* Haw.) genotypes under two productive systems in Colombia. *Brazilian Journal of Biology*, 83, e274152.

<https://doi.org/10.1590/1519-6984.274152>

Morillo, A. C., Mora, M. S. y Morillo, Y. (2022). Analysis of the genetic diversity of Dragon fruit based on ISSR markers in Colombia. *Brazilian Journal of Biology*, 82, e256451. <https://doi.org/10.1590/1519-6984.256451>

Morillo-Coronado, A. C., Manjarres Hernández, E. H. y Forero-Mancipe, L. (2021). Phenotypic Diversity of Morphological Characteristics of Pitahaya (*Selenicereus Megalanthus* Haw.) Germplasm in Colombia. *Plants*, 10(11), 2255. <https://doi.org/10.3390/plants10112255>

Morillo-Coronado, A. C., Manjarres-Hernández, E. H., Saenz-Quintero, Ó. J. y Morillo-Coronado, Y. (2022a). Morphoagronomic Evaluation of Yellow Pitahaya (*Selenicereus megalanthus* Haw.) in Miraflores, Colombia. *Agronomy*, 12(7), 1582. <https://doi.org/10.3390/agronomy12071582>

Morillo-Coronado, A. C., Manjarres-Hernández, E. H., Saenz-Quintero, Ó. J. y Morillo-Coronado, Y. (2022b). Morphoagronomic Evaluation of Yellow Pitahaya (*Selenicereus megalanthus* Haw.) in Miraflores, Colombia. *Agronomy*, 12(7), 1582. <https://doi.org/10.3390/agronomy12071582>

Ortega, A. León, M y Vargas, R (2018). Producción de pitahaya para promover el desarrollo regional y sustentable. in: empresas, actores sociales e instituciones en la organización productiva del territorio y la innovación para el desarrollo local. Universidad Nacional Autónoma de México y Asociación Mexicana de Ciencias para el Desarrollo Regional A.C

Ortiz, H. (2022). Evaluación de dos enraizantes y tres tiempos de desaviado en dos tamaños de cladodios en la propagación de pitahaya amarilla (*Selenicereus megalanthus*). Obtenido de <http://dspace.epoch.edu.ec/bitstream/123456789/17813/1/13T01034.pdf>

Otálora, M. C., Wilches-Torres, A. y Gómez Castaño, J. A. (2023a). Microencapsulation of Betaxanthin Pigments from Pitahaya (*Selenicereus*

megalanthus) By-Products: Characterization, Food Application, Stability, and In Vitro Gastrointestinal Digestion. *Foods*, 12(14), 2700. <https://doi.org/10.3390/foods12142700>

Otálora, M. C., Wilches-Torres, A. y Gómez Castaño, J. A. (2023b). Mucilage from Yellow Pitahaya (*Selenicereus megalanthus*) Fruit Peel: Extraction, Proximal Analysis, and Molecular Characterization. *Molecules*, 28(2), 786. <https://doi.org/10.3390/molecules28020786>.

Pachari, D. (2023). Exportaciones de pitahaya suman 29 mil toneladas. <https://elmercurio.com.ec/2023/08/23/exportaciones-pitahaya-suman-toneladas/>.

Palma, N. (21 de septiembre del 2018). Okasa apuesta medio millón de dólares por más pitahaya. *Diario el Universo*. <https://www.eluniverso.com/noticias/2018/09/21/nota/6962681/okasooopuesta-medio-millon-dolares-mas-pitahayta>

Pauls, B., Lautenschläger, T. y Neinhuis, C. (2023). Anatomical and Biomechanical Properties of the Junction between Stem and Aerial Roots of *Selenicereus undatus*. *Plants*, 12(13), 2544. <https://doi.org/10.3390/plants12132544>

Prisa, D. (2022). Pitahaya a New Superfood: Cultivation Methods and Medicinal Properties of the Fruit. 70.

Rampur, Chitwan, Nepal., Upadhayay, P. K. y Kharal, S. (2020). Effect of indolebutyric acid (IBA) and wounding on rooting ability and vegetative characteristics of apple rootstock cuttings under Nepal conditions. *Journal of Agricultural Science and Practice*, 5(4), 184-192. <https://doi.org/10.31248/JASP2020.220>

Rodrigues, M. A., Silveira, F. A. D., Moreira, R. A., Pádua, M. S., Pinto, J. E. B. P., Pio, L. A. S., Santos, D. N. D., Bueno Filho, J. S. D. S. y Reis, L. A. C. (2022). Regeneration of pitaya by indirect organogenesis evaluated by scanning electron microscopy and flow cytometry. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 57,

e02312. <https://doi.org/10.1590/s1678-3921.pab2022.v57.02312>

Setyowati, D. A. y Rahayu, T. (2023). Effect Of Indole Butyric Acid (Iba) Concentration Variations On. 5(2). https://www.researchgate.net/profile/Gatra-Ervi-Jayanti/publication/367500005_PENGARUH_VARIASI_KONSENTRASI_INDOLE_BUTYRICACID_IBAPADA_ANGGREK_Dendrobium_hybrid_TERHADAP_PERTUMBUHAN_DAN_SURVIVAL_DALAM_MEDIA_COCOPEAT/links/63d50d90c97bd76a824370dd/PENGARUH-VARIASI-KONSENTRASI-INDOLE-BUTYRICACID-IBAPADA-ANGGREK-Dendrobium-hybrid-TERHADAP-PERTUMBUHAN-DAN-SURVIVAL-DALAM-MEDIA-COCOPEAT.pdf

Shah, K., Chen, J., Chen, J. y Qin, Y. (2023). Pitaya Nutrition, Biology, and Biotechnology: A Review. *International Journal of Molecular Sciences*, 24(18), 13986. <https://doi.org/10.3390/ijms241813986>

Sibut, H. C. P., Faleiro, F. G., Oliveira, J. D. S., Luz, A. L. D., Caliman Neto, D. y Junqueira, N. T. V. (2023). Yield capacity of six superior pitaya genotypes under edaphoclimatic conditions of the Federal District. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 45, e-025. <https://doi.org/10.1590/0100-29452023025>

Sourati, R., Sharifi, P., Poorghasemi, M., Alves Vieira, E., Seidavi, A., Anjum, N. A., Sehar, Z. y Sofo, A. (2022). Effects of Naphthaleneacetic Acid, Indole-3-Butyric Acid and Zinc Sulfate on the Rooting and Growth of Mulberry Cuttings. *International Journal of Plant Biology*, 13(3), 245-256. <https://doi.org/10.3390/ijpb13030021>

Suárez, R. (2011). Evaluación de métodos de propagación en pitahaya amarilla *Selenicereus megalanthus* (Haw.) Britt and Rose y pitahaya roja *Selenicereus polyrhizus* (Haw.) Britt and Rose. Tesis de maestría en ciencias agraria. Palmira. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de ciencias agropecuarias. Cordinación general de postgrados. 280 p

Tekfen Agricultural Research Production and Marketing Inc., Adana, Turkey, Bozkurt,

- T., Inan, S., Tekfen Agricultural Research Production and Marketing Inc., Adana, Turkey, Dundar, I., Tekfen Agricultural Research Production and Marketing Inc., Adana, Turkey, Kozak, S. y Tekfen Agricultural Research Production and Marketing Inc., Adana, Turkey. (2022). Effect of Different Plant Growth Regulators on Micropropagation of Some Pitaya Varieties. *Journal of Tropical Life Science*, 12(2), 183-190. <https://doi.org/10.11594/jtls.12.02.04>
- Téllez, J. (2016). Análisis del sistema de producción de pitahaya (*Selenicereus undatus* Britt and Rose) e identificación de riesgos potenciales a la calidad e inocuidad de fruto para exportación, La Concepción, Masaya. [Tesis de Maestría. Universidad Nacional Agraria].
- Trindade, A. R., Paiva, P., Lacerda, V., Marques, N., Neto, L. y Duarte, A. (2023). Pitaya as a New Alternative Crop for Iberian Peninsula: Biology and Edaphoclimatic Requirements. *Plants*, 12(18), 3212. <https://doi.org/10.3390/plants12183212>
- Trivellini, A., Lucchesini, M., Ferrante, A., Massa, D., Orlando, M., Incrocci, L. y Mensuali-Sodi, A. (2020). Pitaya, an Attractive Alternative Crop for Mediterranean Region. *Agronomy*, 10(8), 1065. <https://doi.org/10.3390/agronomy10081065>
- Tuanama, K. (2021). Propagación asexual de dos especies de pitahaya (*Selenicereus undatus* (Haw.) Britton & Rose, *Selenicereus megalanthus* (K. Schum. ex Vaupel) Ralf Bauer), haciendo uso de tres sustratos en condiciones de vivero. [Trabajo de titulación. Universidad Nacional de San Martín, Tarapoto, Perú]. <https://repositorio.unsm.edu.pe/handle/11458/4260?show=full>
- Tuanama, K. (2021). Propagación asexual de dos especies de pitahaya (*Selenicereus undatus* (Haw.) Britton y Rose, *Selenicereus megalanthus* (K. Schum. ex Vaupel) Ralf Bauer), haciendo uso de tres sustratos en condiciones de vivero [Trabajo de grado, Universidad Nacional de San Martín]. <https://repositorio.unsm.edu.pe/bitstream/11458/4260/1/AGRONOM%20c3%8dA%20-%20Kirchen%20Lleli%20Tuanama%20Shupingahua.pdf>

- Valencia-Hernández, L. J., López-López, K., Gómez-López, E. D., Sernacock, L. y Aguilar, C. N. (2021). In-vitro assessment for the control of *Fusarium* species using a lactic acid bacterium isolated from yellow pitahaya (*Selenicereus megalanthus* (K. Schum. Ex Vaupel Moran)). *Journal of Integrative Agriculture*, 20(1), 159-167. [https://doi.org/10.1016/S2095-3119\(20\)63284-1](https://doi.org/10.1016/S2095-3119(20)63284-1)
- Vargas, J. (2023). Propagación Asexual De Pitahaya (*Selenicereus Undatus*) por medio hidropónico de raíces flotantes con dos enraizantes en la Provincia de Camaná, Departamento De Arequipa. Obtenido de <https://repositorio.ucsm.edu.pe/server/api/core/bitstreams/8f2aed74-d5ed-46e7-8511-4850e12a007d/content>
- Vélez, L. y Zambrano, G. (2022). Propagación asexual en pitahaya roja (*Selenicereus undatus*) y amarilla (*selenicereus megalanthu*) en el valle del rio carrizal. [Trabajo de titulación. Escuela Superior Politécnica Agropecuaria De Manabí “Manuel Félix López”]. https://repositorio.espam.edu.ec/bitstream/42000/1710/1/TIC_A03D.pdf
- Velis, C. (2017). Hormonas ANA y AIB para la propagacion asexual en esquejes de la pitahaya amarilla (*Hylocereos undatus*). [Trabajo de titulación. Universidad Técnica Estatal de Quevedo]. <https://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/2073/1/T-UTEQ-0060.pdf>
- Verona,A., Urcia, J. y Paucar, L. (2020). *Scientia Agropecuaria*. Pitahaya (*Selenicereus spp.*): Cultivo, características fisicoquímicas, composición nutricional y compuestos bioactivos. *Scientia Agropecuaria*, 11(3), 439-453. http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2077-99172020000300439
- Wu, W., Du, K., Kang, X. y Wei, H. (2021). The diverse roles of cytokinins in regulating leaf development. *Horticulture Research*, 8(1), 118. <https://doi.org/10.1038/s41438-021-00558-3>
- Xu, L., Deng, Z.-N., Wu, K.-C., Malviya, M. K., Solanki, M. K., Verma, K. K., Pang, T.,

Li, Y.-J., Liu, X.-Y., Kashyap, B. K., Dessoky, E. S., Wang, W.-Z. y Huang, H.-R. (2022). Transcriptome Analysis Reveals a Gene Expression Pattern That Contributes to Sugarcane Bud Propagation Induced by Indole-3-Butyric Acid. *Frontiers in Plant Science*, 13, 852886. <https://doi.org/10.3389/fpls.2022.852886>

Zhang, H., Li, J., Surynek, P., Kumar, T. K. S. y Koenig, S. (2022). Multi-agent path finding with mutex propagation. 1(3), 45.

Zhang, Z., Zhu, L., Li, D., Wang, N., Sun, H., Zhang, Y., Zhang, K., Li, A., Bai, Z., Li, C. y Liu, L. (2021). In situ Root Phenotypes of Cotton Seedlings Under Phosphorus Stress Revealed Through RhizoPot. *Frontiers in Plant Science*, 12, 716691. <https://doi.org/10.3389/fpls.2021.716691>