



UNIVERSIDAD NACIONAL

**“TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE
AMAZONAS”**

FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRÓNOMA

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO
AGRÓNOMO**

**INTERACCIÓN DE TIPOS DE SUSTRATO CON DOS TAMAÑOS DE
CLADODIOS EN LA PROPAGACIÓN ASEXUAL DE PITAHAYA
AMARILLA (*Cereus triangularis*) EN EL DISTRITO DE CHURUJA –
REGIÓN AMAZONAS, 2017.**

Autor: Bach. Miliam Daniel CHOCACA RAMOS

Asesor: Ing. Guillermo IDROGO VÁSQUEZ

Co-asesor: Ing Roicer COLLAZOS SILVA

CHACHAPOYAS– PERÚ

2019



**UNIVERSIDAD NACIONAL
TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS
FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRÓNOMA
TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO
AGRÓNOMO**

**INTERACCIÓN DE TIPOS DE SUSTRATO CON DOS TAMAÑOS DE
CLADODIOS EN LA PROPAGACIÓN ASEXUAL DE PITAHAYA
AMARILLA (*Cereus triangularis*) EN EL DISTRITO DE CHURUJA –
REGIÓN AMAZONAS, 2017.**

**Autor: Bach. Miliam Daniel Chocaca Ramos
Asesor: Ing. Guillermo Idrogo Vásquez
Co-asesor: Ing Roicer Collazos Silva**

CHACHAPOYAS– PERÚ

2019

DEDICATORIA

Dedico esta tesis con mucho cariño a mis padres, Manuel Humberto Chocaca Marquina y Yolanda Ramos Chauca por haberme apoyado en todo momento, por sus consejos y sus motivaciones en mi perseverancia, han sido parte fundamental de mis logros.

A mis profesores de la Universidad por haberme compartido sus conocimientos y experiencias, mis compañeros que siempre estaban involucrados en mis pasatiempos.

AGRADECIMIENTOS

En esta tesis agradezco a Dios por bendecirme y protegerme para lograr las metas trazadas en mi vida.

Al Instituto de Investigación para el Desarrollo Sustentable de Ceja de Selva (INDES-CES) y a todos los trabajadores, y colaboradores en esta investigación, al Laboratorio de Investigación en Suelos y Aguas (LABISAG), por realizar el análisis de suelo.

Los resultados de la presente tesis, están dedicados a todas las personas que, de alguna forma, son parte de su culminación. Mis sinceros agradecimientos están dirigidos hacia mi asesor el Ing. Mg. Guillermo Idrogo Vásquez y co – asesor Ing. Roicer Collazos Silva, quien me brindaron el asesoramiento respectivo, así como la búsqueda en las bases de datos y la formulación de este proyecto; al jurado en la revisión, corrección, aportes necesarios del informe final de tesis.

**AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ DE
MENDOZA DE AMAZONAS**

Dr. POLICARPIO CHAUCA VALQUI

RECTOR

Dr. MIGUEL ÁNGEL BARRENA GURBILLÓN

VICERRECTOR ACADÉMICO

DRA. FLOR TERESA GARCÍA HUAMÁN

VICERRECTORA DE INVESTIGACIÓN

Ing. Ms. ERICK ALDO AUQUIÑIVIN SILVA

DECANO DE LA FACULTAD

DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AGRARIAS

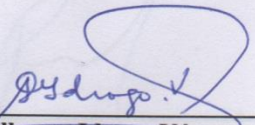
VISTO BUENO DEL ASESOR

El, **Ing. Guillermo Idrogo Vásquez**, Docente de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas (UNTRM-A), deja constancia que ha asesorado la tesis titulada: "INTERACCIÓN DE TIPOS DE SUSTRATO CON DOS TAMAÑOS DE CLADODIOS EN LA PROPAGACIÓN ASEXUAL DE PITAHAYA AMARILLA (*Cereus triangularis*) EN EL DISTRITO DE CHURUJA - REGIÓN AMAZONAS, 2017"

Asimismo, avalo al **Bach. Miliam Daniel Chocaca Ramos**, egresado de la Escuela Profesional de Ingeniería agrónoma de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas (UNTRM-A) para la presentación del informe de tesis y me comprometo a orientarlo en el levantamiento de las observaciones y la sustentación de la tesis.

Se le expide la presente, a solicitud del interesado para los fines que estime conveniente.

Chachapoyas, julio del 2019.


Ing. Guillermo Idrogo Vásquez
Docente de la UNTRM-A

Investigador INDES - CES de la UNTRM-A

VISTO BUENO DEL CO – ASESOR

El **Ing. Roicer Collazos Silva**, Investigador del Instituto de Investigación para el Desarrollo Sustentable de Ceja de Selva (INDES-CES) de la UNTRM-A, deja constancia que ha Co - asesorado la tesis titulada: “INTERACCIÓN DE TIPOS DE SUSTRATO CON DOS TAMAÑOS DE CLADODIOS EN LA PROPAGACIÓN ASEXUAL DE PITAHAYA AMARILLA (*Cereus triangularis*) EN EL DISTRITO DE CHURUJA - REGIÓN AMAZONAS, 2017”

Asimismo, avalo al **Bach. Miliam Daniel Chocaca Ramos**, egresado de la Escuela Profesional de Ingeniería agrónoma de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas (UNTRM-A) para la presentación del informe de tesis y me comprometo a orientarlo en el levantamiento de las observaciones y la sustentación de la tesis.

Se le expide la presente, a solicitud del interesado para los fines que estime conveniente.

Chachapoyas, setiembre del 2018.

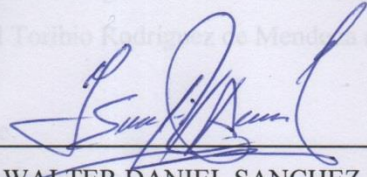
Ing. M^{re} SANTOS TRIUNFO LEIVA ESPINOZA

VOCAL

Ing. Roicer Collazos Silva

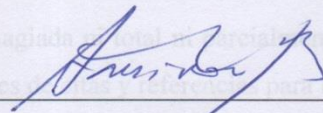
Investigador INDES - CES de la UNTRM-A

DECLARACIÓN DEL JURADO EVALUADOR DE TESIS



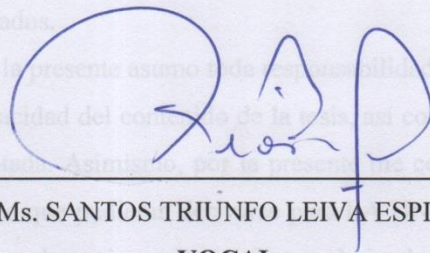
Ing. WALTER DANIEL SANCHEZ AGUILAR

PRESIDENTE



Mg. Sc. ARMSTRONG BARNARD FERNANDEZ JERI

SECRETARIO



Ing. Ms. SANTOS TRIUNFO LEIVA ESPINOZA

VOCAL

Chachapoyas, julio del 2019

DECLARACIÓN JURADA DE NO PLAGIO

Yo, **Miliam Daniel Chocaca Ramos**, identificado con DNI 47735067 estudiante de la escuela profesional de Ingeniería Agrónoma de la Facultad de Ingeniería y Ciencia Agrarias de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas.

Declaro bajo juramento que:

1. Soy autor de la tesis titulada:

“INTERACCIÓN DE TIPOS DE SUSTRATO CON DOS TAMAÑOS DE CLADODIOS EN LA PROPAGACIÓN ASEXUAL DE PITAHAYA AMARILLA (*Cereus triangularis*) EN EL DISTRITO DE CHURUJA – REGIÓN AMAZONAS, 2017.”

2. La tesis no ha sido plagiada ni total ni parcialmente, para la cual se han respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas.

3. La tesis presentada no atenta contra derechos de terceros.

4. La tesis no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional

5. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falsificados, ni duplicados, ni copiados.

Por lo expuesto, mediante la presente asumo toda responsabilidad que pudiera derivarse por la autoría, originalidad y veracidad del contenido de la tesis, así como por los derechos sobre la obra y/o invención presentada. Asimismo, por la presente me comprometo a asumir además todas las cargas pecuniarias que pudieran derivarse para LA UNTRM-A en favor de terceros por motivo de acciones, reclamaciones o conflictos derivados del incumplimiento de lo declarado o las que encontraren causa en el contenido de la tesis.

De identificarse fraude, piratería, plagio, falsificación o que el trabajo de investigación haya sido publicado anteriormente; asumo las consecuencias y sanciones civiles y penales que de mi acción se deriven.

Chachapoyas, julio del 2019



ANEXO 3-N

**ACTA DE EVALUACIÓN DE SUSTENTACIÓN DE TESIS
PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL**

En la ciudad de Chachapoyas, el día 15 de Febrero del año 2019, siendo las 12:30 horas, el aspirante Miliam Daniel Chocaca Ramos defiende en sesión pública la Tesis titulada: Interacción de tipos de sustrato con dos taxones de cladodios en la propagación asexual de pitahaya amarilla (Cereus triangularis) en el distrito de Churuja - Región Amazonas, 2017.

para obtener el Título Profesional de Ing. Agrónomo a ser otorgado por la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas, ante el Jurado Evaluador, constituido por:

Presidente: Ing. Walter Daniel Sanchez Aguilera

Secretario: Mg. Je. Armstrong B. Fernandez Jeri

Vocal: Ing. Ms. Santos Triunfo Leiva Espinosa



Procedió el aspirante a hacer la exposición de la Introducción, Material y método, Resultados, Discusión y Conclusiones, haciendo especial mención de sus aportaciones originales. Terminada la defensa de la Tesis presentada, los miembros del Jurado Evaluador pasaron a exponer su opinión sobre la misma, formulando cuantas cuestiones y objeciones consideraron oportunas, las cuales fueron contestadas por el aspirante.

Tras la intervención de los miembros del Jurado Evaluador y las oportunas respuestas del aspirante, el Presidente abre un turno de intervenciones para los presentes en el acto, a fin de que formulen las cuestiones u objeciones que consideren pertinentes.

Seguidamente, a puerta cerrada, el Jurado Evaluador determinó la calificación global concedida la Tesis para obtener el Título Profesional, en términos de:

Aprobado () Desaprobado ()

Otorgada la calificación, el Secretario del Jurado Evaluador lee la presente Acta en sesión pública. A continuación se levanta la sesión.

Siendo las 13:30 horas del mismo día y fecha, el Jurado Evaluador concluye el acto de sustentación de la Tesis para obtener el Título Profesional.

Arias...
SECRETARIO

[Signature]
VOCAL

[Signature]
PRESIDENTE

OBSERVACIONES:

INDICE GENERAL DE CONTENIDO

DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTOS.....	iv
AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS.....	v
VISTO BUENO DEL ASESOR.....	vi
VISTO BUENO DEL CO – ASESOR.....	vii
JURADO EVALUADOR DE TESIS.....	viii
DECLARACIÓN JURADA DE NO PLAGIO.....	ix
ACTA DE EVALUACION DE LA SUSTENTACION DE LA TESIS.....	x
INDICE GENERAL DE CONTENIDO.....	xi
ÍNDICE DE TABLA.....	xii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xvi
INDICE DE FOTOGRAFIAS.....	xvii
RESUMEN	xviii
ABSTRACT	xix
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. OBJETIVOS	2
Objetivo general.....	2
Objetivos específicos.....	2
III. MARCO TEORICO.....	3
3.1. Antecedentes de la investigación	3
3.2. Cultivo de pitahaya.....	5
3.2.1. Generalidades.....	5
3.2.2. Requerimientos ambientales	5
3.2.3. Morfología	6
Raíz.....	6
Tallo.....	6
Flor.....	6
Fruto.....	7
3.2.4. Propagación de la pitahaya.....	7

3.2.5. Métodos de propagación	7
a. Reproducción sexual.....	8
b. Reproducción asexual.....	9
c. Reproducción in vitro.....	9
3.2.6. Reproducción del material de siembra	9
3.2.7. Fisiología del enraizamiento	10
3.2.8. Bases anatómicas y fisiológicas para la formación de raíces	11
3.2.9. Formación de raíces adventicias	11
3.2.10. Formación del callo	12
3.2.11. Influencia del estado de madurez en el enraizamiento	13
3.2.12. Efecto de las hojas sobre el enraizamiento	13
3.2.13. Efecto de las yemas en el enraizamiento.....	14
3.2.14. Factores ligados al enraizamiento	14
3.2.15. Fisiología de la emisión de brotes.....	15
3.2.16. Tipos de sustrato	16
3.2.17. Propiedades de los sustratos	17
IV. MATERIALES Y METODOS.....	18
4.1. Ubicación geográfica.....	18
4.2. Materiales, equipos, herramientas, equipos, insumos.....	19
4.3. Método y procedimiento.....	20
4.3.1. Población	20
4.3.2. Muestra	20
4.3.3. Área del terreno, y distribución de las parcelas experimentales	20
4.3.4. Diseño Estadístico del campo experimental	21
4.3.5. Diseño experimental.....	22
4.3.6. Variables de estudio.....	23
Variable independiente:	23
Variable dependiente:	23
4.3.7. Instalación y conducción experimental.....	23
a. Selección de las plantas.....	23
b. Corte y desinfección de los cladodios.....	24

c. Curado.....	24
d. Preparación del sustrato.....	24
e. Llenado en bolsas de polietileno.....	25
f. Colocación de los cladodios en las bolsas.....	25
g. control de malezas.....	25
h. evaluaciones realizadas.....	25
V. RESULTADOS.....	27
5.1. Número de brotes.....	27
5.2. Longitud del brote.....	28
5.3. Diámetro del brote.....	29
5.4. Longitud de raíz.....	30
5.5. Peso de raíz.....	31
VI. DISCUSION.....	33
VII. CONCLUSIONES.....	36
VIII. RECOMENDACIONES.....	37
IX. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	38
VI. ANEXOS.....	42
ANEXO A. GALERÍAS FOTOGRÁFICAS.....	42
ANEXO B. RESULTADOS ESTADÍSTICOS.....	45

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Características de la unidad experimental	20
Tabla 2. Cuadro de código de combinaciones de tratamientos	21
Tabla 3. Análisis de varianza de variables evaluadas de tipos de sustrato con dos tamaños de cladodios, interacción.....	32
Tabla 4. Análisis de varianza del número de brotes para evaluar la influencia de los tratamientos, sustrato, cladodio, interacción.....	45
Tabla 5. Estadísticos descriptivos del número de brotes promedio según tipo de sustrato	45
Tabla 6. Estadísticos descriptivos del número de brotes promedio según tipo de cladodio	45
Tabla 7. Estadísticos descriptivos del número de brotes promedio según los tratamientos	46
Tabla 8. pruebas de Tukey de grupos homogéneos para el tipo de sustrato	46
Tabla 9. pruebas de Tukey de grupos homogéneos para el tipo de cladodio.....	46
Tabla 10. pruebas de Tukey de grupos homogéneos para los tratamientos.....	47
Tabla 11. Análisis de varianza del longitud de brotes para evaluar la influencia de los tratamientos, sustrato, cladodio, interacción.....	47
Tabla 12. Estadísticos descriptivos del número de la longitud del brote según tipo de sustrato.....	47
Tabla 13. Estadísticos descriptivos de la longitud del brote promedio según tipo de cladodio.	47
Tabla 14. Estadísticos descriptivos de la longitud del brote promedio según los tratamientos	48
Tabla 15. Prueba de Tukey de grupos homogéneos para la longitud del brote promedio según el tipo de sustrato.....	48
Tabla 16. Prueba de Tukey de grupos homogéneos para la longitud del brote promedio según el tipo de cladodio	48
Tabla 17. Prueba de Tukey de grupos homogéneos para la longitud del brote promedio según tratamientos.....	49
Tabla 18. Análisis de varianza del diámetro del brote para evaluar la influencia de los tratamientos, sustrato, cladodio, interacción.....	49
Tabla 19. Estadísticos descriptivos del diámetro de brotes promedio según: tratamientos, tipo de sustrato, tipo de cladodio.....	50

Tabla 20. Pruebas de Tukey de grupos homogéneos para diametro del brote promedio según: tratamientos, tipo de sustrato, tipo de cladodio.....	51
Tabla 21. Análisis de varianza de la longitud de raíz para evaluar la influencia de los tratamientos, sustrato, cladodio, interacción.....	52
Tabla 22. Estadísticos descriptivos de la longitud de raíz promedio según: tratamientos, tipo de sustrato, tipo de cladodio.....	52
Tabla 23. Pruebas de Tukey de grupos homogéneos para la longitud de la raíz promedio según: tratamientos, tipo de sustrato, tipo de cladodio.....	53
Tabla 24. Análisis de varianza del peso de raíz para evaluar la influencia de los tratamientos, sustrato, cladodio, interacción.....	54
Tabla 25. Estadísticos descriptivos del peso de raíz promedio según: tratamientos, tipo de sustrato, tipo de cladodio.	54
Tabla 26. Pruebas de Tukey de grupos homogéneos para el peso de la raíz promedio según: tratamientos, tipo de sustrato, tipo de cladodio.....	55

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Mapa de ubicación de la parcela experimental.....	18
Figura 2. Distribución de tratamientos en campo.....	22
Figura 3. Número de brotes según interacción de los tratamientos.....	27
Figura 4. Longitud de brotes según interacción de los tratamientos.....	28
Figura 5. Diámetro del brote según interacción de los tratamientos	29
Figura 6. Longitud de raíz según interacción de los tratamientos	30
Figura 7. Peso de raíz según interacción de los tratamientos	31

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 1: Cicatrización de los cladodios en tarimas.....	42
Fotografía 2: Mezcla y llenado del sustrato en bolsas de polietileno.....	42
Fotografía 3: Ubicación de las bolsas para la siembra.....	43
Fotografía 4: Cladodios sembrados y sus tratamientos.....	43
Fotografía 5: Cladodios sembrados y sus tratamientos.....	44
Fotografía 6: Apertura de una yema en el cladodio.....	44

RESUMEN

El cultivo de pitahaya amarilla en Amazonas es una fruta altamente promisorio debido a que existen las condiciones agroecológicas adecuadas para su crecimiento. Por lo que en el presente estudio se evaluaron tipos de sustratos (Franco árenos: 75% arena de río + 25% tierra agrícola; Enriquecido: 50 % arena + Turba 25 % + humus de lombriz 25 %; Franco arcilloso: tierra agrícola 75% + humus d lombriz 25 %) más un sustrato testigo tradicional que utilizan normalmente los productores de pitahaya del distrito de Churuja con dos tamaños de cladodios de 45cm y 30 cm, en la propagación asexual de pitahaya durante 120 días. El objetivo de esta investigación fue evaluar la interacción de los tipos de sustrato con dos tamaños de cladodios en la propagación asexual de la pitahaya amarilla (*Cereus triangularis*). La investigación se localizó en el distrito de Churuja, provincia de Bogara, región Amazonas a 1372 msnm. El tamaño de área fue de 8.86 m² con dimensiones de 2.12 m de ancho por 4.18 m de largo, 8 tratamientos incluidos 2 testigos dando un total de 20 unidades experimentales, los tratamientos testigo se repitió una vez. Para la constatación de la hipótesis ($p < 0.05$) se utilizó el análisis de variancia de los factores y variables de estudio y sus respectivas pruebas de Tukey. La mejor interacción para número de brotes, longitud de brotes y longitud de raíz, con una media de 1.506 brotes por planta y 11.075 cm respectivamente, mientras que para obtener un mejor plantón para campo definitivo fue el cladodio de 45 cm, produciendo una longitud de brote más grande y vigoroso.

Palabras claves: Agroecológicas, demanda, vigoroso.

ABSTRACT

The cultivation of yellow pitahaya in Amazonas in a highly promising fruit due to the fact that there are adequate agroecological conditions for its growth. So in the present study were evaluated types of substrates (Franco Rare: 75% river sand + 25% agricultural land, Enriched: 50% sand + peat 25% + earthworm humus 25%, argillaceous clay: agricultural land 75% + humus d worm 25%) plus a traditional control substrate normally used by pitahaya producers in the Churuja district with two sizes of 45cm and 30cm cladodes, in the asexual propagation of pitahaya for 120 days. The objective of this investigation was to evaluate the interaction of the types of substrate with two sizes of cladodes in the asexual propagation of the yellow pitahaya (*Cereus triangularis*). The investigation was located in the district of Churuja, province of Bogara, Amazonas region at 1372 meters above sea level. The area size was 8.86 m² with dimensions of 2.12 m wide by 4.18 m long, 8 treatments including 2 controls giving a total of 20 experimental units, the control treatments were repeated once. For the verification of the hypothesis ($p < 0.05$) we used the analysis of variance of the factors and study variables and their respective Tukey tests. The best interaction for number of shoots, length of shoots and root length, with an average of 1,506 shoots per plant and 11,075 cm respectively, while to obtain a better seedling for final field was the cladode of 45 cm, producing a length of Larger and more vigorous bud.

Keywords: Agroecological, demand, vigorous.

I. INTRODUCCIÓN

La pitahaya amarilla es un cultivo ancestral que es originario de América tropical: México, Centro América y El caribe (Suerez, 2011); en Sudamérica el país que más producción y por ende exportador es Colombia, tiene una demanda ya que esta fruta tiene una gran demanda comercial y muy pedida en el mercado internacional de los cuales los países que más consumen son Estados Unidos, Japón y Europa debido a que contiene propiedades nutricionales como laxante entre otros y medicinales, sabor, aroma, (Dueñas, 2008).

Partiendo del punto de vista para la producción, esta planta es propagada asexualmente mediante cladodios mauros provenientes de plantas madres mayores a 10 años, sin embargo aún no se ha logrado descubrir los fundamentos para multiplicar plantones de gran calidad con abundante sistema radicular y yemas vigorosas en un menor tiempo. Esto lleva a dificultar en el manejo agronómico del cultivo repercutiendo un bajo prendimiento en campo, retardando la producción, baja producción y corto periodo de vida del cultivo y por consiguiente poca productividad, repercutiendo en la demanda y exigencias del mercado internacional, (Balaguera, 2010).

Según (López, 2000), el tamaño del cladodio, tiene influencia directa en el enraizamiento de estacas de pitahaya. Existen diferentes estudios de enraizamiento relacionados con el tamaño de cladodio, recomendando longitudes diferentes: (OIRSA, 2000) recomienda longitudes entre 25 y 30 cm, mientras que (Mizrahi, 2002), entre 25 y 40 cm de longitud y (Bastos, 2006) encontraron una respuesta más favorable con estacas de 25 cm respecto a estacas de 15 cm, por lo que en el presente estudio se evaluaron tipos de sustrato con dos tamaños de cladodios de 30 cm y 45 cm, para determinar su interacción, al mismo tipo ver el cual de ellos se obtiene un mejor plantón en beneficio de los productores de pitahaya de la zona.

La presente investigación, desarrollada en el distrito de Churuja- región Amazonas, tuvo por objetivo de encontrar una alternativa eficiente de propagación asexual, que garantice a los productores la formación de nuevas plántulas de gran producción, sin poner en riesgo su inversión.

II. OBJETIVOS

Objetivo general

- Evaluar la interacción de los tipos de sustrato con dos tamaños de cladodios en la propagación asexual de la pitahaya amarilla (*Cereus triangularis*) en el distrito de Churuja-Bongará- Región Amazonas

Objetivos específicos

- Evaluar el efecto de la interacción de los tipos de sustrato con los dos tamaños de cladodios de la pitahaya amarilla (*Cereus triangularis*).
- Determinar tamaños de cladodio y tipo de sustrato que generan mejores resultados en la producción de plántones de pitahaya amarilla (*Cereus triangularis*).

III. MARCO TEÓRICO

3.1. Antecedentes de la investigación

(Reyes, 2012) realizó un estudio donde evaluó la germinación de semillas de tres ecotipos de pitahaya (*Hylocereus spp.*) y la propagación de estacas de *H. undatus* mediante soluciones nutritivas con tres tipos de sustratos (arena, fibra de coco y lombricomposta). En el experimento 1, se evaluó la germinación de las semillas de tres ecotipos de pitahaya (*H. undatus*, *H. polyrhizus*, *Hylocereus sp.*), durante ocho meses consecutivos, empleando cámaras de crecimiento con luz fluorescente durante 12 horas y una temperatura durante el día de 23 a 30°C y durante la noche de 10 a 15°C, bajo un diseño completamente al azar con tres repeticiones. En el experimento 2, se propagaron estacas *H. undatus* bajo ambiente natural de campo, empleando tres sustratos (arena, fibra de coco y lombricomposta) con dos soluciones nutritivas. Encontró que la germinación disminuyó gradualmente a través del tiempo en los ecotipos *H. undatus* y *H. polyrhizus* siendo del 92 al 67% y 96 al 69% respectivamente mientras que para *Hylocereus sp.* A los seis meses fue del 20%, llegando a ser nula la germinación al séptimo mes. Durante la propagación de estacas, las soluciones nutritivas no tuvieron efecto significativo para las variables longitud de raíces, número de raíces pero sí para el número de brotes. De los tres sustratos evaluados, la fibra de coco indujo en la estaca mayor número de raíces y brotes vegetativos, así como mayor longitud de raíces comparados con el sustrato de arena y lombricomposta.

Según (Cruz, 2015), realizó una investigación en la que evaluó la propagación por cladodios de *H. undatus* utilizando soluciones nutritivas con tres tipos de sustratos (arena, fibra de coco y lombricomposta), no mostraron efecto sobre la longitud de las raíces, ni en su número, pero sí en el número de brotes formados. El sustrato a base de la fibra de coco, influyó en un incremento en el número de raíces y de brotes. El crecimiento de las estacas de pitahaya está altamente influenciado por la disponibilidad de agua y la intensidad lumínica; así, el efecto del sombrero en épocas lluviosas y secas, para *H. undatus* provoca mayor elongación con intensidades lumínicas intermedias (36 y 48 % flujo de fotones fotosintéticos), con más agua en el suelo, la tasa de elongación de los tallos también se incrementó.

(García, 2013), menciona que la estaca 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. Se debe dejar de 2 a 4 días a la sombra para cicatrizar los cortes que se realizó al momento de cortar los cladodios, al cabo de los cuales se siembran en bolsas de vivero con la misma orientación que tenían en la planta madre. El sustrato de la bolsa debe ser suelto y rico en materia orgánica, para lo cual se emplea la mitad en cascarilla o viruta de madera y la otra mitad en tierra; además es preciso adicionar unos 50 g de suelo micorrizado, preferiblemente obtenido de plantas de pitahaya bien desarrolladas con óptima producción y estado fitosanitario.

Según (Santos, 2010), considera que la reproducción por cladodios 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.

Según (López, 2010), evaluó el efecto de cuatro concentraciones de ácido indolbutírico (AIB) (0, 1.500, 3.000 ó 4.500 mg L⁻¹) y de dos tamaños de cladodio (40 y 60 cm de altura) en la propagación asexual de pitaya durante 90 días. En sus resultados obtenidos Se encontró que la aplicación de 4.500 mg L⁻¹ de AIB a las estacas de 60 cm, como tratamiento o como factores independientes garantizaron los mejores resultados al generar mayor enraizamiento, número de raíces y brotes, longitud de raíces y brotes, masa fresca y seca de raíz y brotes; por lo tanto, este tratamiento es recomendable para la propagación asexual de pitaya.

(Sueres, 2011), evaluó métodos de propagación (semilla sexual, estacas de tallo y explantes) en (*Selenicereus megalanthus* e *Hylocereus polyrhizus*) registrando para la semilla, porcentaje de humedad, de germinación y de viabilidad. La brotación y enraizamiento de las estacas se evaluó durante seis meses en condiciones de campo en los municipios de Roldanillo (Valle del Cauca) y La Tebaida (Quindío), y de invernadero (Armenia Quindío), en tamaños de cladodio de (50 y 100 cm de longitud), la presencia/ausencia del ápice y la exposición de 20 cm del haz vascular en la parte basal de la misma. Los resultados indican que en estacas de 100 cm con haces vasculares expuestos, los brotes tuvieron mayor longitud; en pitahaya roja fue mayor el número de brotes por estaca. En el medio de cultivo M3 (BAP + Kinetina 2 mg/L)

se obtuvieron entre cuatro y 11 brotes de cuatro cm de longitud en un periodo de 30 días a partir de explantes de cladodio con segmentos apicales e intermedios.

Según (Aguilar, 2015), evaluó tres enraizantes (ANA, estiércol bovino enriquecido con fósforo y dos cepas de *Trichoderma harzianum* ThLE24 y ThLE26) y dos tamaños de cladodios (30 y 50 cm de altura) en la propagación asexual de pitahaya durante 120 días en la región amazónica, utilizando un diseño de bloques al azar en arreglo bifactorial. Los resultados obtenidos determinaron que los cladodios de 50 cm fueron los de mejor resultado frente a los de 30 cm, influyendo significativamente en las variables longitud de brotes (101,52 cm), peso de brotes (122,98 g), número de raíces (6,21) y peso de raíces (13,62 g). Recomendando propagar pitahaya utilizando cladodios de 50 cm.

3.2.Cultivo de pitahaya

3.2.1. Generalidades

La pitahaya son plantas perennes del género *Hylocereus* (Cactácea), no tiene un origen establecido debido a que los países en los que se presenta este cultivo se disputan en su producción, sin embargo, la producción más amplia de esta familia se presenta en Nicaragua donde se domesticó como cultivo en el año 1970, posteriormente llegó a su expansión a diferentes países como Israel que viene siendo un gran exportador de esta fruta hacia Europa (Castillo, 2006). Por su parte, (Medina, 2015) menciona que la pitahaya amarilla es una epífita facultativa que evoluciona en Perú, Ecuador y Colombia; lo que explica su comportamiento trepador y tallo segmentado con facilidad de emitir raíces secundarias, por lo que requieren de un soporte.

3.2.2. Requerimientos ambientales

La pitahaya amarilla crece adecuadamente entre 1.200 a 1.850 msnm, aunque también se cultiva sobre el nivel del mar, con un rango de temperaturas al cual se adapta oscila entre los 18 y 27°C siendo la óptima 26 °C, cuando la planta se encuentra en floración requieren lluvias moderadas, altas precipitaciones

ocasionan caída de flores la cual las precipitaciones optimas oscilan entre 1.500 a 2.000 mm anuales. Aunque se desarrollan mejor en los climas cálidos subhúmedos, también se adaptan a los climas secos, (Kondo et al, 2013).

3.2.3. Morfología

Raíz

La pitahaya tiene un sistema radicular frondoso, presenta dos tipos de raíces: (1) las raíces primarias, forman un sistema de raíces delgadas y superficiales con función de absorción, se desarrolla en un profundidad entre 5 y 10 cm de la superficie del suelo (2) las raíces secundarias o adventicias, se desarrollan en la parte aérea con función de sostén, emergen en la parte plana del tallo que les facilite adherirse en los tutores , así como también pueden crecer y llegar al sustrato (Días, 2002).

Tallo

Los tallos son denominados cladodios porque son las que realizan la fotosíntesis, el grosor varia de 4 a 10 cm dependiendo del clima y la exposición a la luz de naturaleza trepadora. Tiene tres aristas de forma cóncava en los lados tiene que ver con el tipo de desarrollo que tiene el cual hace que el agua que cae de la lluvia llegue con facilidad a sus raíces aéreas o al suelo. Esta segmentada compuesta por espina llamadas areolas que viene a ser las hojas modificadas que pueden ser dos o tres, su función el de protección a la planta y evitar la deshidratación (Días, 2002).

Flor

Las flores es un receptáculo en forma de un tubo que miden de 30 a 40 cm, son muy fragantes que los sépalos son de color amarillo y los pétalos de color blanco. Emergen botones florales a partir de las espinas en la parte de los tallos con mayor exposición a la luz solar. Las primeras flores aparecen en épocas de lluvias del mes de mayo, o en junio si se llegarían a retrasar. La emisión floral de la pitahaya está relacionada con las condiciones climáticas de humedad, luz, temperatura y el estado nutricional de las plantas. Si estos factores están equilibrados se produce

una floración abundante en todos los flujos de floración, asociado a una buena producción (Días, 2002).

Fruto

Es una baya de forma ovoide, redondeada o alargada que puede variar desde 8 a 12 cm y su peso desde 150 hasta 450 gramo. La cascara tiene brácteas escamosas, la cantidad y tamaño de las brácteas depende de la variedad, el color del fruto varía de rosa a púrpura, amarillo. El rojo con pulpa roja con la cascara conteniendo brácteas de cantidad, color y tamaño variado, abundante semilla pequeñas distribuidos en toda la pulpa (Días, 2002).

3.2.4. Propagación de la pitahaya

La pitahaya se puede propagar de forma sexual (semillas), asexual (estacas) y mediante micro propagación, siendo la propagación por estacas la más recomendada por presentar un mejor enraizamiento como también la propagación in vitro como otra técnica para la obtención de plantas de pitahaya. La propagación vegetativa, a partir de los tallos, esquejes o cladodios, de manera natural a través de la separación de los tallos y en el caso de plantas cultivadas, mediante trasplante directo en el terreno definitivo o su colocación en bolsas con sustrato hasta la formación de nuevos tallos. La reproducción por medio de semillas, diseminadas por aves y otros animales; fundamentalmente murciélagos en el caso de las pitahayas rojas; no obstante, para fines de cultivo, la propagación sexual no es recomendable, ya que las plantas requieren demasiados cuidados en tanto se trasplantan y tardan de cuatro a seis años en llegar a su etapa reproductiva, pero sí es muy utilizada en la investigación científica (Cruz, 2015).

3.2.5. Métodos de propagación

Para (Días, 2002), La pitahaya puede propagarse de dos formas en plantas de reproducción sexual o asexual:

El primer método La multiplicación asexual se efectúa por medio de partes de la planta diferentes a la semilla sexual tales como: Tallos (estacas, tubérculos, bulbos, rizomas, estolones), hojas, hijuelos, Yemas, meristemos, callos, células

somáticas, no se usa pues tiene serios inconvenientes. La reproducción por este método es importante en el mejoramiento genético de plantas puesto que puede obtenerse un número indefinidamente grande de individuos genéticamente idénticos. El segundo método que se utiliza con más frecuencia es la propagación vegetativa es el estaquillado, el cual consiste en la fragmentación del tallo o ramas en porciones de longitud variable con yemas vegetativas y su introducción en sustratos especiales para que enraícen. Para ello se recomienda usar tallos de unos 80 cm de largo, procedentes de plantas sanas, vigorosas, de buena producción, con frutas de buen tamaño y calidad. Estos tallos deben desinfectarse en una solución de insecticidas y fungicidas. A continuación se recomiendan algunas soluciones:

- Malathion (Malathion®) 100 cc + [Mancoceb + Zineb (Dithane M 45®,)] 100 cc, en 100 litros de agua.
- Diazinón (Basudín 60 EC®) 100 cc + Benomilo (Benlate®) 60 g, en 100 litros de agua.
- Carbaryl (Sevín 80 SP®) 100 cc + Manzate® 500 g en 100 litros de agua.

El cladodio se sumerge en la solución durante cinco minutos y después se seca bajo sombra por un tiempo de 7 días con el fin de cicatrizar los cortes que se hizo al momentos de sacar las semillas. Una vez seco, se siembra al pie de cada tutor a una profundidad de 2.5-5.0 cm. En caso de establecer viveros previos a la siembra, se sugiere utilizar tallos de 40 cm con dos segmentos. Esto permite reducir la cantidad de material de propagación. Para los tallos enraizados en bolsas, los hoyos deben tener 30 cm de diámetro y 40 cm de hondo (Días, 2002).

a. Reproducción sexual

(Corres, 2009) la pitahaya se reproduce por medio de semillas maduras, las cuales se extraen directamente del fruto.

Las semillas de pitahaya se obtienen directamente del fruto, se lavan y se tamizan tantas veces hasta quitar todo el residuo del mesocarpio; posteriormente se ponen a germinar (Dallos, 2010). Pero según (Corres, 2009) no es recomendable este

procedimiento para fines de explotaciones comerciales, debido a que la planta tarda de cuatro a seis años en llegar a su etapa productiva y requiere demasiados cuidados en la fase de semillero y vivero.

b. Reproducción asexual

En la Pitahaya, la principal forma de propagación es vegetativa, a partir de los tallos, esquejes o cladodios, de manera natural a través de la separación de los tallos y, en el caso de plantas cultivadas, mediante trasplante directo en el terreno definitivo o su colocación en bolsas con sustrato hasta la formación de nuevos tallos, 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, 2010).

c. Reproducción in vitro (micro propagación)

En la actualidad es muy común la propagación por cultivo in vitro el cual comprende, en su acepción amplia, un heterogéneo grupo de técnicas mediante las cuales un explante (parte separada de un vegetal, por ejemplo: protoplasto, célula, tejido, órgano) se cultiva asépticamente en un medio de composición química definida y se incuba en condiciones ambientales controladas, (Infante, 1997).

3.2.6. Reproducción del material de siembra

La multiplicación de la Pitahaya, la principal forma de propagación es vegetativa, a partir de los tallos, esquejes o cladodios de 20 a 30 cm de longitud. La selección de los cladodios deben ser de plantas madres maduras y que tengan años de producción. Se realiza separando las estacas de la planta seleccionada dejando secar la herida de separación durante ocho días en ambientes secos donde pueda dar aire a las heridas, luego se transfiere a lugares sombríos donde no se presenta alta humedad para evitar la aparición de hongos en el suelo; enseguida se

transfieren a un sustrato suelto y rico en materia orgánica, se siembran las estacas superficialmente con 8 cm de profundidad, con la misma orientación que tenían en la planta madre. Se recomienda utilizar sustratos con auxina y eventualmente se adicionan micorrizas para lograr una mejor respuesta en la emisión de raíces (García, 2013).

Sin embargo (Ceza, 2011) recomienda que para la multiplicación asexual por cladodios se debe de usar tallos de un año de producción de 15-45 cm de largo, y realizar un curado durante 1-2 semanas en un lugar seco y sombreado. Luego, las estacas de pueden llevar a terreno directamente o colocarse en bolsas llenas de sustrato ricos en materia orgánica.

las ramas seleccionadas deben estar cicatrizadas; aunque las recién cortadas también dan buenos resultados lo que no tendría problemas para permitir l entrada de hongos por medio de las heridas como también cladodios más gruesos de mayor peso y largo, son mejores ya que emiten raíces, retoños y brotes con mayor facilidad y rapidez. (SAGARPA, 2011)

3.2.7. Fisiología del enraizamiento

Para explicar el proceso de inducción de raíces, normalmente se recurre a la teoría de la rizocalina de Bouillene. Esta teoría, postulada en 1955, establece que un compuesto fenólico específico (posiblemente dihidroxifenol) actúa como cofactor del enraizamiento. Este cofactor es producido en las hojas y yemas de la estaca y posteriormente traslocado a la región de enraizamiento, donde en presencia de un factor no específico, es traslocado, encontrándose en condiciones bajas en los tejidos (la auxina), y de una enzima específica, localizada en las células de ciertos tejidos (polifenol-oxidasa), completan un complejo (la rizocalina), que actúa como estimulante de la rizogénesis (Hartmann, 1998).

Los polímeros de dihidroxifenol actuarían como un protector de la auxina, 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. Posteriormente, se obtuvo evidencia de que la auxina al formar un complejo con un determinado factor móvil desconocido, podría inducir la formación de raíces, lo que coincidía con lo propuesto por Bouillene, afirmándose que la auxina misma produce la des diferenciación celular y determina el sitio de formación de las raíces (Hartmann, 1998).

Se ha señalado a la auxina como el factor cuya acción inductora desencadena la secuencia de etapas que culminan con la rizogénesis. Efectivamente, 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 rizo génico (Celestino, 1985). 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.

3.2.8. Bases anatómicas y fisiológicas para 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 (Hartmann, 1998).

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

3.2.9. 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 hace 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). Posteriormente a esto, en ciertas células próximas al cambium vascular y al floema se empiezan a iniciar raíces adventicias (Hartmann, 1998).

Los cambios anatómicos que pueden observarse en el tallo durante la iniciación de las raíces pueden dividirse en cuatro etapas:

1. Diferenciación de células maduras específicas.
2. Formación de células iniciales de raíz en ciertas células cercanas a los haces vasculares, las cuales se han vuelto meristemáticas por desdiferenciación.
3. Desarrollo subsecuente de estas células iniciales de raíces en primordios de raíces organizados.
4. Desarrollo y emergencia de estos primordios radicales hacia afuera a través del tejido de tallo, más la formación de conexiones vasculares entre los primordios radicales y los tejidos conductores de la propia estaca (Hartmann, 1998).

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 (Hartmann, 1998).

3.2.10. Formación del callo

Cuando una estaca se coloca en condiciones ambientales favorables para el enraizamiento, de ordinario se desarrolla cierta cantidad 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 encuentran 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, 1998).

Sin embargo, en algunas especies, aparentemente la formación del callo es precursora de la formación de raíces adventicias. Hay pruebas de que el pH del medio de enraizamiento puede influir en el tipo de callo producido, lo cual a su vez afecta la emergencia de las raíces adventicias de nueva formación (Hartmann, 1998).

3.2.11. Influencia del estado de madurez en el enraizamiento

En lo que respecta 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 madres 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 (Toribio, 1985).

3.2.12. Efecto de las hojas sobre el enraizamiento

Es ampliamente conocido que la presencia de las hojas en la estaca, ejerce una fuerte influencia, estimulando la iniciación de raíces (Hartmann, 1998). La translocación de carbohidratos desde las hojas sin duda contribuye, a la formación de raíces, sin embargo, la mayor promoción del enraizamiento por efecto de las hojas y yemas, es posiblemente resultado de otros factores más directos. Hojas y

yemas, son conocidas como poderosos centros productores de auxinas, y los efectos son observados directamente por debajo de ellos, demostrando el transporte polar, desde el ápice a la base. Estacas de ciertas especies son fácilmente enraizadas, mientras que estacas de otras enraízan con mayor dificultad (Hartmann, 1998).

(Costa y Challa, 2002), mencionan que la superficie foliar en las estacas puede llegar a ser un indicador de la cantidad de raíces producidas. No obstante, en pitahaya, la función de las hojas (fotosíntesis, producción de ciertas hormonas, entre otras.) es relegada a los tallos o cladodios, por lo cual, los efectos anteriormente mencionados pueden estar relacionados con el tamaño del cladodio.

Según (López, 2000), el tamaño del cladodio, entre otros factores, también tiene influencia sobre el poder de enraizamiento en cactáceas, principalmente pitahaya, mediante la producción y translocación de hormonas y carbohidratos necesarios para la formación de raíces.

3.2.13. Efecto de las yemas en el enraizamiento.

Numerosos ensayos realizados en la propagación por estacas sugieren la presencia de yemas terminales o laterales en la estaca para promover la formación de raíces adventicias. Aparentemente la formación de raíces adventicias está estimulada por otras sustancias distintas a las auxinas y que tienen su punto de origen en las yemas. En ciertas plantas la remoción de las yemas de las estacas detiene casi por completo la formación de raíces (Hartmann, 1998).

3.2.14. Factores ligados al enraizamiento

(Corres, 2009), menciona que el crecimiento de las raíces depende de factores ligados al suelo como la aireación, ya que este modifica su aireación y cohesión de acuerdo a las variaciones de la humedad. La presencia de cantidades adecuadas de aire en el suelo es tan importante para el crecimiento de la mayoría de las plantas puesto que la tasa de respiración de las raíces disminuye grandemente

cuando el oxígeno es deficiente y del complejo clima-suelo (humedad, temperatura) donde la temperatura depende simultáneamente de la cantidad de calor recibida que procede del sol.

La temperatura del suelo es un elemento muy importante para la actividad radicular (Trocme, 1979), ya que el crecimiento de las raíces solo se produce dentro de un cierto intervalo de temperaturas siendo favorables las demás condiciones, demostró que el crecimiento de las raíces del manzano está íntimamente ligado a la temperatura del suelo, y por último, a los factores fisiológicos.

(Hartmann, 1998), dice que en todos los tipos de crecimiento y desarrollo de las plantas, la luz es de importancia primordial como fuente de energía para la fotosíntesis y que en el enraizamiento de estacas, los productos de la fotosíntesis son importantes para la iniciación y crecimiento de las raíces.

3.2.15. Fisiología de la 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 (Cossío, 2013).

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 (Cossio, 2013).

La aplicación externa de citoquininas a un tejido que necesite de la hormona, promueve en éste un mecanismo autoinductor 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 (Cossio, 2013).

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) menciona 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.

3.2.16. Tipos de sustrato

Se estableció un ensayo experimental con cuatro bloques cada uno con una línea de nopal y otra de pitahaya con diez observaciones por tratamiento con el objetivo de Comparar el efecto de diferentes sustratos en la cantidad de brotes así como la longitud, diámetro y biomasa para los brotes y raíces emitidas en los cultivos nopal (*Opuntia ficus indica* L.). La necesidad de propagar rápidamente la pitahaya el nopal, requiere de sustratos que garanticen rapidez en el crecimiento y prendimiento del material vegetativo; al utilizar sustratos compactos y con mal drenaje causan deficiencia de oxígeno, con lo cual las raíces se asfixian y las plantas mueren. A los 63 días de haber establecido el ensayo los resultados obtenidos para ambas especies fueron que el humus de lombriz, compost y lodo industrial tuvieron mayor efecto en las variables sin embargo en los indicadores diámetro de raíz arena obtuvo el primer lugar en la especie de pitahaya y biomasa de las raíces peso seco obtiene el primer lugar para ambas especies (Miranda, 2013).

3.2.17. Propiedades de los sustratos

Las propiedades de tipo físico resultan de enorme importancia para el correcto desarrollo de la planta; cabe señalar, que una vez colocada ésta en el contenedor resulta prácticamente imposible modificar sus parámetros físicos iniciales. Algo contrario ocurre con las propiedades de tipo químico, que pueden resultar modificables mediante técnicas de cultivo adecuadas. Esto hace que deba de contemplarse con especial cautela todo lo referente a los parámetros físicos, en especial al binomio “retención de agua – aireación”. Condición responsable del éxito o fracaso de la utilización de un determinado material como sustrato de cultivo (Sáenz, 2000).

Los principales parámetros que definen esas propiedades físicas son:

Agua fácilmente disponible (AFD). Se refiere a la cantidad de agua (% en vol.) que se libera al aplicar una tensión al sustrato de entre 10 y 50 cm de columna de agua. Valor óptimo: 20 a 30 %. (Saenz, 2000).

Agua de reserva (AR). En este caso se refiere a la cantidad de agua (% en vol.) que se libera al aplicar una tensión al sustrato de entre 50 y 100 cm de columna de agua. Valor óptimo: 4 a 10 % (Saenz, 2000).

Agua difícilmente disponible (ADD). Se trata del agua (% en vol.) que queda retenida en el sustrato después de aplicar una tensión de 100 cm de columna de agua (Saenz, 2000).

Capacidad de aireación (CA). Se refiere a la proporción del volumen del sustrato que contiene aire después que dicho sustrato ha sido llevado a saturación y dejado drenar (normalmente a 10 cm de columna de agua). El valor óptimo se produce cuando se dan valores entre 10 y 30 % (Saenz, 2000).

Espacio poroso total (EPT). Es el volumen total del sustrato de cultivo que no está ocupado por partículas orgánicas o minerales. Es un dato que se determina a partir de las densidades real y aparente. Su valor óptimo se produce cuando alcanza niveles superiores a 85 %. (Saenz, 2000).

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1. Ubicación geográfica

Según Google Earth Pro v7.1, la parcela se ubica a:

Longitud Occidental: 77°55'00''

Latitud Sur: 6°01'00''

Altitud: 1372 msnm – Bongará - Amazonas

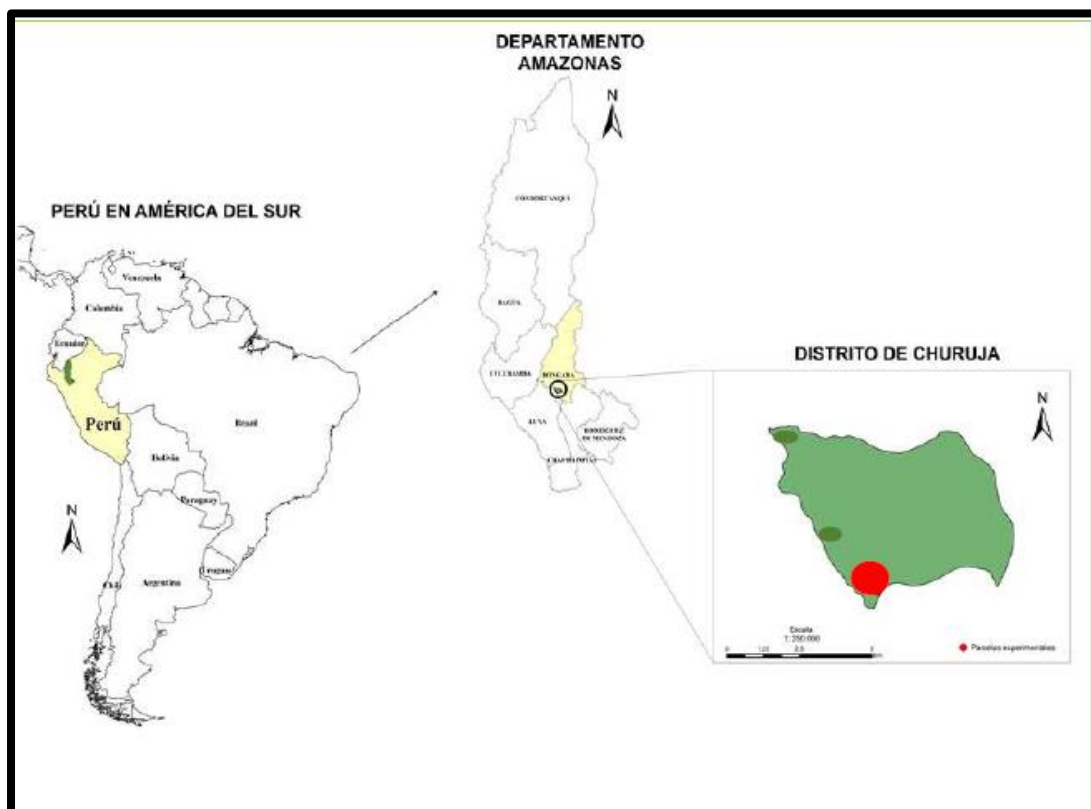


Figura 1. Mapa de ubicación de la parcela experimental.

4.2. Materiales, equipos, herramientas, equipos, insumos.

- Cámara fotográfica
- Calculadora
- Memoria USB
- Computadora
- Picos
- Machete
- Palana
- Sierra de cortar fierro
- Carretilla
- Regadera
- Wincha
- Zaranda
- GPS navegador
- Vernier
- Balanza con precisión en gramos
- pH-metro
- Clavos
- Tablero porta papeles
- Micas
- Plumón indeleble
- Regla
- Bolsas de polietileno
- Arena de rio
- Humus de lombriz
- Tierra agrícola
- Turba de montaña
- ❖ **Material de investigación.**
 - Cladodios de pitahaya amarilla (*Cereus triangularis*)

4.3.Método y procedimiento

4.3.1. Población

Se contó con 192 plántulas de pitahaya amarilla, producidas en vivero rustico expuesta a condiciones climáticas normales en el distrito de Churuja entre los meses de abril a agosto 2017, provincia de Bongará, región Amazonas, Perú.

4.3.2. Muestra

Se determinó para la evaluación todas las plantas de cada unidad experimental (8 plantas).

4.3.3. Área del terreno, y distribución de las parcelas experimentales

El área de la parcela experimental fue de $8.86 m^2$, se consideró, los cuales estaban conformados por 20 unidades experimentales expuestas al azar, separadas a una distancia de 0.5, que tuvo un área de $8.36 m \times 2.12 m$ tal como se muestra en la tabla siguiente:

Tabla 1. Características de la unidad experimental

Diseño experimental	Diseño Completamente al Azar (DCA)
N° de tratamientos	8
N° de testigos	2
N° de repeticiones	3
N° total de unidades experimentales	20
N° de plantas por tratamiento	8
N° total de plantas	192
Distancia entre unidades experimentales	0.50 m
Tamaño de calle	1 m
Ancho del área experimental	2.12 m
Longitud del área experimental	8.36 m
Área total del experimento	$17.72 m^2$
Fecha de siembra	10/04/17
Tiempo de duración	120 días

4.3.4. Diseño Estadístico del Campo Experimental

En esta investigación se utilizó un Diseño Completo al Azar (DCA) con arreglo bifactorial, con 8 tratamientos, 3 repeticiones. Se efectuó mediante una propagación asexual, en una interacción de tipos de sustrato con dos longitudes de cladodios de pitahaya amarilla. Se utilizó el paquete estadístico SPSS Statistics versión 24.0

Tabla 2. Cuadro de código de combinaciones de tratamientos

Tratamientos	Código	Detalle
T1: Test 1	A0B1	Sustrato tradicional + cladodio 45 cm
T2: Test 2	A0B2	sustrato tradicional + cladodio 30cm
T3	A1B1	Sustrato franco arenoso + cladodio 45 cm
T4	A1B2	Sustrato franco arenoso + cladodio 30 cm
T5	A2B1	Sustrato enriquecido + cladodio 45 cm
T6	A2B2	Sustrato enriquecido + cladodio 30 cm
T7	A3B1	Sustrato arcilloso + cladodio 45 cm
T8	A3B2	Sustrato arcilloso + cladodio 30 cm

a) Tipos de sustrato

- **Sustrato A0**

Testigo (sustrato tradicional: tierra agrícola de la zona al 100 %)

- **Sustrato A1**

Franco árenos (75% arena de rio + 25% tierra agrícola)

- **Sustrato A2**

Enriquecido (50 % arena de rio + Turba de montaña 25 % + humus de lombriz 25 %)

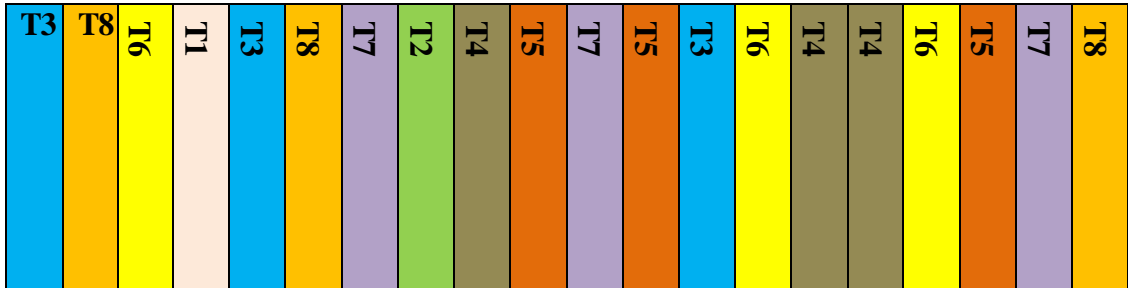
- **Sustrato A3**

Franco arcilloso (tierra agrícola 75% + humus de lombriz 25 %)

b) Longitud de cladodios

- **B1:** cladodio de 45 cm.
- **B2:** cladodio de 30 cm.

Figura 2. Distribución de tratamientos en campo.



T3: Sustrato franco arenoso + cladodio 45 cm; **T8:** Sustrato arcilloso + cladodio 30 cm; **T6:** Sustrato enriquecido + cladodio 30 cm; **T1:** Sustrato tradicional + cladodio 45 cm; **T7:** Sustrato arcilloso + cladodio 45 cm; **T2:** sustrato tradicional + cladodio 30cm; **T4:** Sustrato franco arenoso + cladodio 30 cm; **T5:** Sustrato enriquecido + cladodio 45 cm.

4.3.5. Diseño experimental

En la investigación se utilizó un Diseño Completamente al Azar con arreglo bifactorial.

Modelo Aditivo Lineal

$$Y_{ijk} = \mu + A_i + B_j + AB_{ij} + E_{ijk}$$

$i = 1,2$ niveles del factor A (Sustrato)

$j = 1,2$ niveles del factor B (Tamaño de cladodio).

Donde:

$Y_{ij} =$ Efecto conjunto, del i -ésimo nivel del factor A (Sustrato) y del j -ésimo nivel del factor B (Tamaño de cladodio).. K -ésima repetición

$\mu =$ Efecto de la media general

$A_i =$ Efecto de la i -ésimo tipo de sustrato

$B_j =$ Efecto de la j -ésimo tamaño de cladodio

$AB_{ij} =$ Efecto de la interacción entre tipo de sustrato y tamaño de cladodio.

\bar{E}_v = Error experimental

Nivel de significancia: (α) =5%

Nivel de confianza (1- α) =95%

4.3.6. Variables de estudio

Para la evaluación de los tratamientos establecidos en esta investigación se consideró importante la evaluación de las variables como: número de brotes, longitud de brotes, diámetro de brotes, longitud de raíz principal, peso y número de raíces

Las variables fueron evaluadas en la etapa de producción de plántones que comprendió desde el 11 de marzo al 30 de agosto del 2017. Se evaluaron 8 plantas por tratamiento de cada repetición.

Variable independiente:

a) Tipos de sustrato

- Sustrato testigo
- Sustrato franco arenoso
- Sustrato enriquecido
- Sustrato franco arcilloso

b) Longitud de cladodios

- cladodio de 45 cm.
- cladodio de 30 cm.

Variable dependiente:

- Número de brotes
- Longitud de brotes
- Diámetro de brotes
- Longitud de raíz principal
- Peso y número de raíces

4.3.7. Instalación y Conducción experimentales

a. Selección de las plantas

Los cladodios fueron seleccionados de las mejores plantas de una finca del distrito de Churuja - Amazonas, la planta madre de unos 10 años de producción en excelentes condiciones, dichos cladodios fueron escogidos libre de plagas y enfermedades con buenas condiciones sanitarias y sin que presenten brotes de floración o fructificación y fueron tomadas de la parte media de la planta.

b. Corte y desinfección de los cladodios

El corte de los cladodios se realizó con un machete bien afilado y limpio, previamente desinfectado antes de cada corte con hipoclorito de sodio. Realizado el corte, se aplicó cloro al 5% a los cortes de los cladodios como desinfectante tanto en la herida de la planta madre como en la base del cladodio. Los cortes se realizaron en dos longitudes de 45 cm y 30 cm.

c. Curado

Consistió en dejar los cladodios o vainas cortadas y desinfectadas, por un tiempo de 7 días, en un lugar sombreado y aireado para que logre cicatrizar la zona donde se realizó el corte y de esta manera no entre en contacto directo con el suelo, lo que genera pudrición, posteriormente se procedió a realizar una segunda selección, previo a la siembra, eliminando aquellos cladodios que presentaron alguna lesión asociadas a hongos o bacterias.

d. Preparación del sustrato

Para la investigación se preparó tres tipos de sustrato diferentes y un sustrato testigo tradicional que utilizan los agricultores del distrito de Churuja- Amazonas para producir sus plantones de pitahaya, los sustratos preparados constaron de la siguiente composición:

- **Sustrato A0**
Testigo (sustrato tradicional: tierra agrícola de la zona al 100 %)
- **Sustrato A1**

Franco arenoso (75% arena de río + 25% tierra agrícola)

- **Sustrato A2**

Enriquecido (50 % arena + Turba 25 % + humus de lombriz 25 %)

- **Sustrato A3**

Franco arcilloso (tierra agrícola 75% + humus de lombriz 25 %)

e. Llenado en bolsas de polietileno

Preparado el sustrato, se llenó las bolsas de polietileno de 14 cm de diámetro y 30 cm de altura hasta cubrir en su totalidad con sustrato. Las bolsas llenas se fueron de acuerdo a como fue estipulado el diseño.

f. Colocación de cladodios en las bolsas de polietileno

Transcurridos los 7 días del curado, se procedió a colocarles en los cladodios en las bolsas llenas de sustrato de acuerdo al diseño mencionado, siempre manteniendo la dirección de crecimiento.

g. Control de malezas

Después de la siembra de los cladodios en las bolsas, a los 30 días se procedió a un deshierbe de las calles y las bolsas con sustrato, manualmente

h. Evaluaciones a realizar

Las evaluaciones se realizaron a partir de los 30 días después del trasplante en las bolsas de polietileno, hasta el día 120 después del trasplante y se efectuó la evaluación cada 15 días (30, 45, 60, 75, 90, 105, 120 días después del trasplante).

La primera evaluación sirvió para evaluar la aclimatación y las posibles yemas que podrían desarrollar. Durante todas las evaluaciones hasta antes de la evaluación final se evaluaron la progresión del desarrollo de cada uno de las unidades experimentales para ello se evaluaron las siguientes variables; porcentaje de cladodios prendidos, longitud de brotes, diámetro de brotes, para la evaluación final se tomaron datos de todas las variables de estudio requeridas para dicha investigación, que se detallan a continuación.

- **Número de brotes:** Se registró esta variable por observación a los 30 días después de la siembra de las estacas en las bolsas de polietileno, contando el número de brotes desarrollados en el esqueje, para ello se tomó la evaluación cada 15 días y se dejó un solo brote para favorecer el desarrollo del mismo y el resto de brote se eliminó en cada evaluación tomada.
- **Longitud de brotes (yema):** Se midió desde la base de la arista hasta el ápice de los brotes, en 8 plantas de cada unidad experimental a los 30, 45, 60, 75, 90, 105 y 120 días después del trasplante de los cladodios en cada una de las bolsas de polietileno, para lo cual se utilizó una cinta métrica.
- **Diámetro de brotes (yema):** para la evaluación de esta variable se determinó a los 30, 45, 60, 75, 90, 105 y 120 días después del trasplante de los cladodios, utilizando una cinta métrica, con lo cual se determinó su diámetro. Esta medición se realizara en 8 plantas de cada unidad experimental. Para la medición tanto de la longitud del brote como de su diámetro, se consideró la yema principal dejada desde un inicio de la evaluación.
- **Longitud de raíz :** Se midió a los 120 días, utilizando las mismas plantas que se analizaron en las demás variables, midiendo desde la base del cuello radicular hasta la cofia, previo al lavado en agua.
- **Peso de raíces:** Luego de haber determinado su longitud, se procedió a pesar en una balanza de precisión, a los 120 días después de haber realizado la siembra, utilizando las mismas plantas.

V. RESULTADOS

5.1 Número de brotes

En relación al número de brotes producidos en cada tratamiento se puede observar que en la figura 3, el mayor promedio de número de brotes de la interacción tamaño de cladodio con tipo de sustrato lo alcanzaron un grupo de tratamientos (T6, T4, T3) con promedios de 1.506, 1.452, 1.262 brotes respectivamente, valores que además son estadísticamente diferentes al resto de los tratamientos. En segundo lugar, el tratamiento T5 obtuvo 1.209 brotes, seguido por un tercer grupo de tratamientos (Testigo 1, testigo 2) con promedio de 0.911, 0.875 respectivamente y por último el menor promedio de número de brotes alcanzaron un grupo de tratamientos (T1, T2) con promedios de 0.393, 0.280 brotes respectivamente.

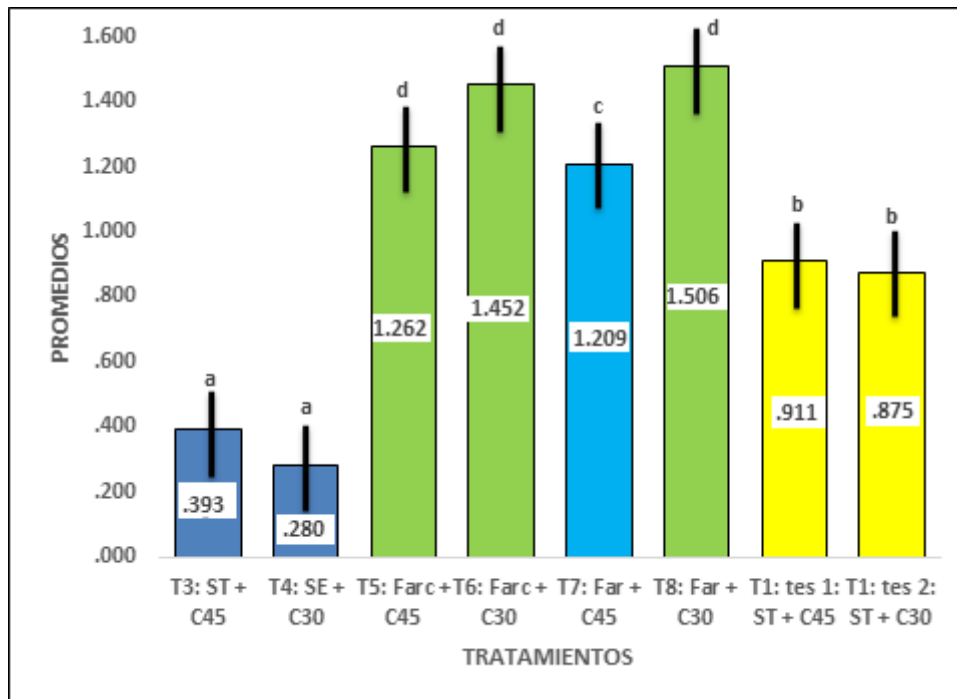


Figura 3. Número de brotes según la interacción de los tratamientos.

5.2. Longitud de brote principal

En relación a la longitud de brotes producidas en cada tratamiento se puede observar que en la figura 4, el mayor promedio de longitud de brotes de la interacción tamaño de cladodio con tipo de sustrato lo alcanzaron un grupo de tratamientos (T8, T7, T5, T6) con promedios de 11.075, 10.630, 10.620, 10.415 cm respectivamente, valores que no muestran estadísticamente diferencia al resto de los tratamientos. En segundo lugar el grupo de tratamientos (T1: Testigo 1; T2: testigo 2) obtuvo 7.080, 5.436 cm respectivamente y por último el menor promedio de longitud de brotes alcanzaron un grupo de tratamientos (T3, T4) con promedios de 2.082, 2.079 cm respectivamente.

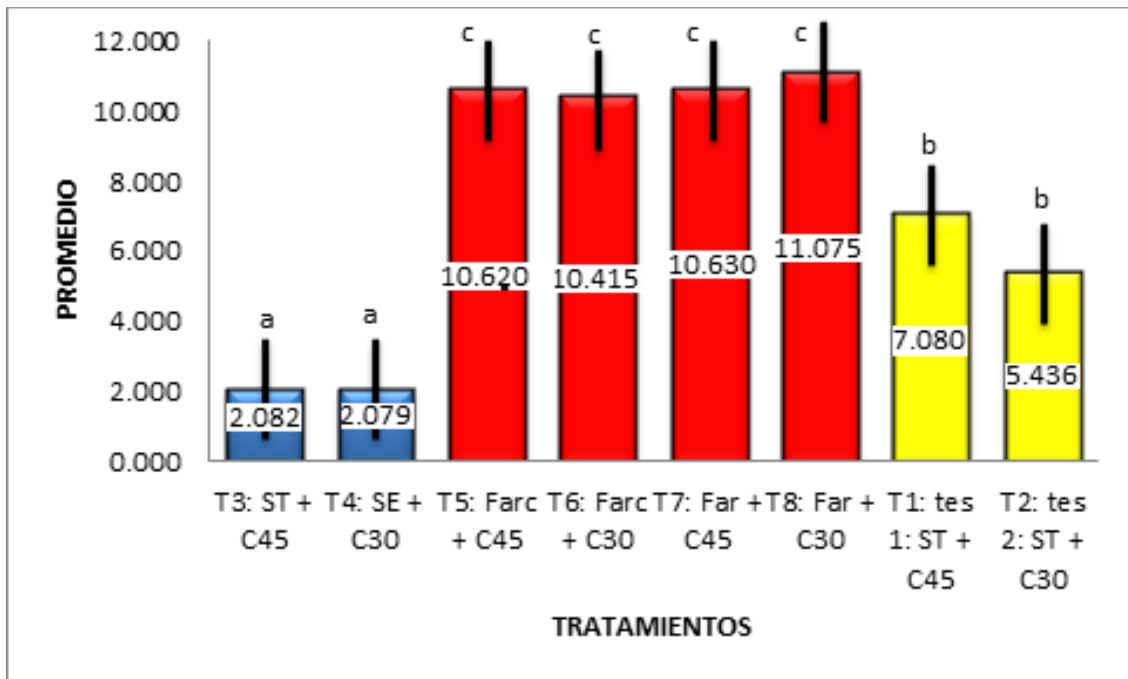


Figura 4. Longitud de brotes según la interacción de los tratamientos.

5.3. Diámetro del brote

En relación al diámetro de brote producidas en cada tratamiento se puede observar que en la figura 5, el mayor promedio de longitud de brotes de la interacción tamaño de cladodio con tipo de sustrato lo alcanzaron un grupo de tratamientos (T7, T5, T8, T6) con promedios de 2.548, 2.539, 2.530, 2.371 cm respectivamente, valores que no muestran estadísticamente diferencia al resto de los tratamientos. En segundo lugar el grupo de tratamientos (T1: Testigo 1; T2: testigo 2) obtuvo un promedio de 1.709, 1.521 cm respectivamente y por último el menor promedio de longitud de brotes alcanzaron un grupo de tratamientos (T3, T4) con promedios de 0.576, 0.558 cm respectivamente.

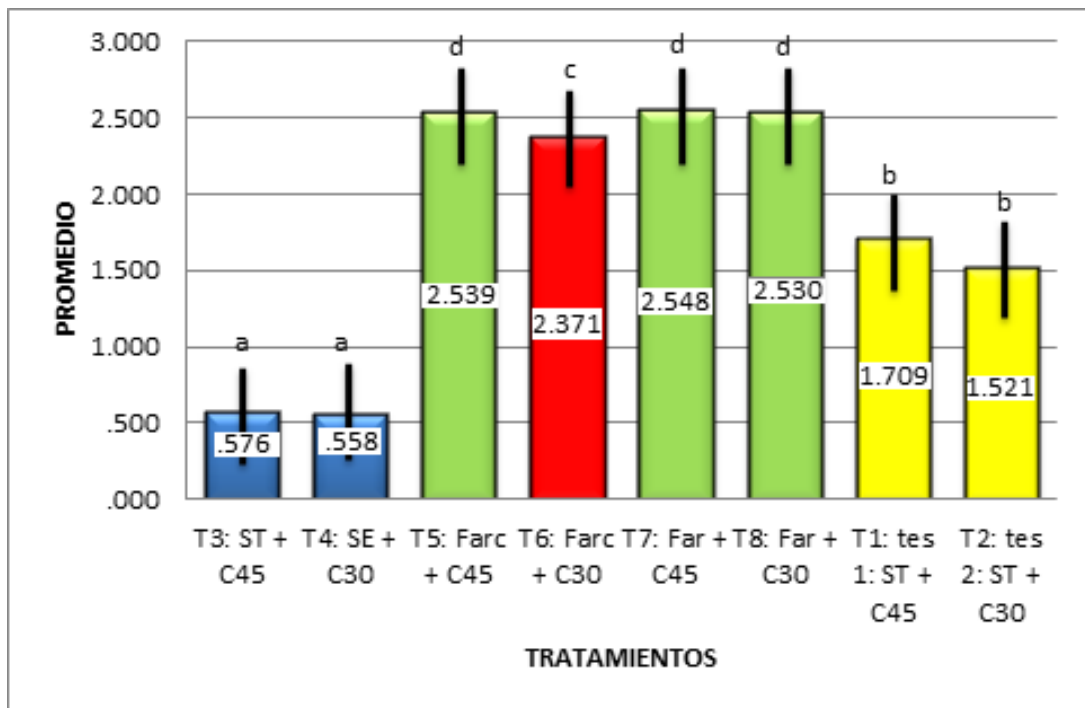


Figura 5. Diámetro del brote según la interacción de los tratamientos.

5.4. Longitud de raíz principal

En relación a la longitud de raíz producidas en cada tratamiento se puede observar que en la figura 6, el mayor tamaño de longitud de raíz de la interacción tamaño de cladodio con tipo de sustrato lo alcanzaron un grupo de tratamientos (T8, T1, T4, T7) con tamaños de 28.503, 24.250, 22.710, 22.710 cm respectivamente, valores que además son estadísticamente diferentes al resto de los tratamientos. Mientras que la menor longitud de raíz alcanzaron el segundo grupo de tratamientos (T5, T6, T2, T3) con tamaños de 21.627, 21.333, 20.250, 19.127 cm respectivamente.

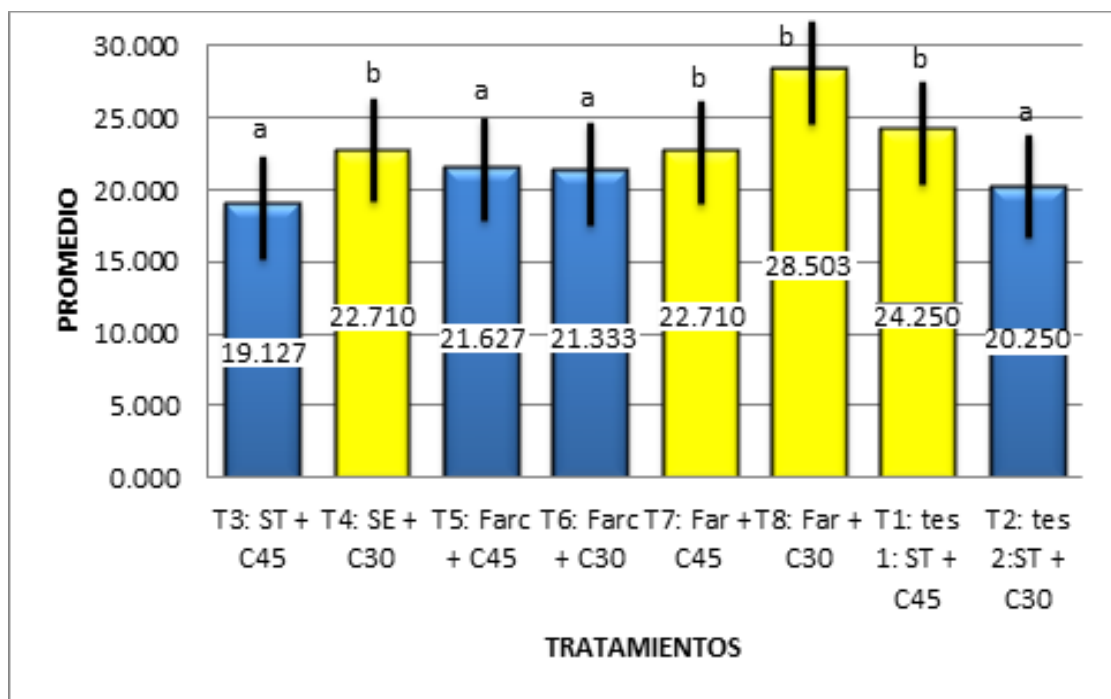


Figura 6. Longitud de raíz según la interacción de los tratamientos.

5.5. Peso de raíz

En relación al peso de raíz producidas en cada tratamiento se puede observar que en la figura 7, el mayor peso de raíz de la interacción tamaño de cladodio con tipo de sustrato alcanzo el tratamiento T6 con un peso de 6.343 gr, valores que muestran estadísticamente diferencia al resto de los tratamientos. En segundo lugar el grupo de tratamientos (T1, T8, T4, T5, T7, T2) obtuvieron un peso de 5.760, 5.067, 3.960, 3.763, 3.250 gr respectivamente y por último el menor peso de raíz alcanzo el tratamiento T3 con un peso de raíz de 2.423 gr.

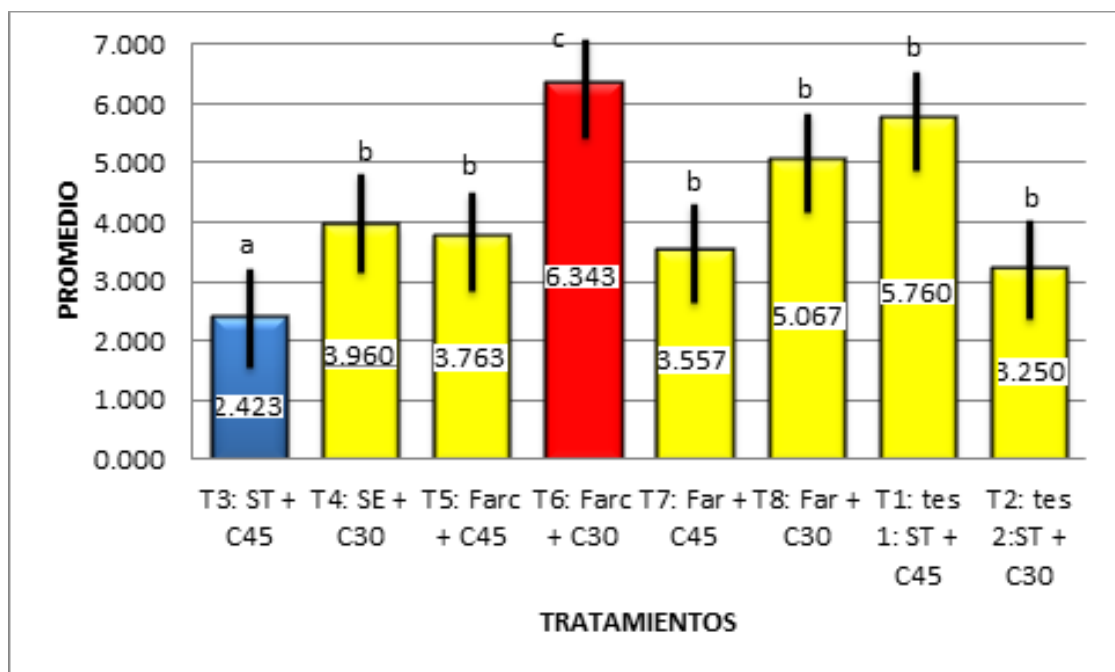


Figura 7. Peso de raíz según la interacción de los tratamientos.

En la tabla 3, se observa el resultado de análisis de varianza al $p < 0.05$ de significancia de las variables de producción de plántulas evaluadas de pitahaya, con tipos de sustratos (tradicional, arenoso, enriquecido y arcilloso) en interacción con dos tamaños de cladodios (45 y 30 cm). Donde podemos observar que para los niveles del factor sustrato existe altamente diferencia estadística significativa en las variables de estudio como NB, LB, DB, LR, PR; mientras que para los niveles del factor cladodio no existe diferencia estadística significativa en las variables de estudio como NB, LB, DB, LR, PR. Entre la interacción de los niveles de factor sustrato y cladodio también existe diferencia significativa para las variables de estudio como NB, LR, PR; mientras que para las variables LB, DB no existe diferencia significativa.

Tabla 3. Análisis de varianza de variables evaluadas de tipos de sustrato con dos tamaños de cladodios, interacción.

Fuente de variación	gl	NB	LB	DB	LR	PR
sustrato = A	3	0.000**	0.000**	0.000**	0,022**	0.040**
cladodio = B	1	0.094ns	0.562ns	0.426ns	0,232ns	0.080ns
A*B = interacción	3	0.025*	0.638ns	0.928ns	0,019*	0.003*
Error	16	0,025				
Total	23					

Fuente: Datos experimentales, analizados en Spss, 2017

ns = no significativo $p > 0.05$

*= significativo $p < 0.05$

**= altamente significativo $p < 0.05$

NB = Numero de brotes, LB =Longitud de brotes, DB= diámetro de brotes,

LR=Longitud de raíz, PR = Peso de raíz

VI. DISCUSION

Con respecto a la variable número de brotes alcanzados en el presente estudio, los resultados visiblemente dejan notar una superioridad de los tratamientos (T8, T6, T5), por lo que obtuvo una mayor cantidad de brotes emitidos durante su prendimiento. Lo cual podía verse influenciado al tipo de sustrato franco arcilloso que tiene un mayor contenido de tierra agrícola adecuada propia de la zona lo cual facilita el rápido prendimiento y la generación de raíces, esto con el menor tamaño de cladodio de 30 cm, estos resultados guardan relación con lo que sostiene (Cerqueda, 2012). Concluye que el tipo de sustrato si tiene un efecto significativo en el número de brotes vegetativos respecto a sustratos de arena y lombricultura, sin embargo el uso de sustrato de fibra de coco le permitió obtener en un menor tiempo cladodios con brotes vigorosos para ser trasplantados en campo definitivo. Pero lo que no concuerda con el presente estudio es el trabajo de (Sueres, 2011), que determino el efecto del tamaño de cladodio (50 y 100 cm de longitud). Obtuvo que en estacas de 100 cm con haces vasculares expuestos, los brotes tuvieron mayor longitud en pitahaya roja fue mayor el número de brotes por estaca.

Para la variable longitud de brotes, los resultados obtenidos en dicha investigación, muestran que los tratamientos (T8, T7, T5, T6) alcanzaron un mayor tamaño respecto al resto de tratamientos, lo cual puede verse influenciado por el tipo de sustrato franco arcilloso y enriquecido lo cual se ven directamente influencia con la proliferación de las raíces en este tipo de sustrato que cuenta con mayor aireación y mayor contenido de materia orgánica, esto mas no en el tamaño de cladodio que para ambos se obtuvieron resultados parecidos, por consiguiente existen resultados similares al estudio como el investigador (López, 2010), quien evaluó el efecto de cuatro concentraciones de ácido indolbutírico (AIB) y de dos tamaños de cladodio (40 ó 60 cm de altura) en la propagación asexual de pitaya. Encontró que la aplicación de 4.500 mg L⁻¹ de AIB a cladodios de 60 cm, garantizaron los mejores resultados al generar mayor longitud de brotes, respecto a los de 40 cm, por lo que concluyo que este tratamiento es recomendable para la propagación asexual de pitaya. Así como también (Valdivieso, 2015) evaluó tres enraizantes (ANA, estiércol bovino enriquecido con fósforo y dos cepas de *Trichoderma harzianum* ThLE24 y ThLE26) y dos tamaños de cladodios (30 y 50 cm de altura) en la

propagación asexual, determino que los cladodios de 50 cm fueron los de mejor resultado frente a los de 30 cm, influyendo significativamente en las variables longitud de brotes.

Por otra parte la variable diámetro de brotes en los resultados muestran que los tratamientos (T7, T5, T8, T6), alcanzaron un mayor tamaño respecto al resto de tratamientos, esto podría verse influenciado al tipo de sustrato enriquecido y arcilloso mas no en el tamaño de cladodio que para ambos se obtuvieron resultados parecidos, similarmente a los resultados encontró (Suerez, 2011), donde utilizo dos tamaños de cladodios (1m y 0,50 m) para la propagación de pitahaya amarilla, y no encontró diferencias estadísticas significativas, en la pitahaya, existiendo un mayor crecimiento en longitud que en su diámetro.

Con respecto a la longitud de raíz principal alcanzada en el presente estudio, los resultados visiblemente dejan notar una superioridad de los tratamientos (T8, T1, T4. T7), lo cual podría verse influencia al tipo de sustrato franco arcilloso, arenoso y tradicional en interacción con un tamaño de cladodio de 30 cm, estas afirmaciones son avaladas por el trabajo de (Cerqueda, 2012), quien evaluó la germinación de semillas de tres ecotipos de pitahaya (*Hylocereus spp.*) y la propagación de estacas de (*H. undatus*) mediante soluciones nutritivas con tres tipos de sustratos (arena, fibra de coco y lombricomposta). Durante la propagación de estacas, las soluciones nutritivas no tuvieron efecto significativo para número de raíces pero si para el número de brotes, así como también de los tres sustratos evaluados, la fibra de coco indujo en el cladodio mayor número de raíces, así como mayor longitud de raíces comparados con el sustrato de arena y lombricomposta. Mientras que (Valdivieso, 2015), evaluó tres enraizantes (ANA, estiércol bovino enriquecido con fósforo y dos cepas de *Trichoderma harzianum* ThLE24 y ThLE26) y dos tamaños de cladodios (30 y 50 cm de altura). Determinó que los cladodios de 50 cm fueron los de mejor resultado frente a los de 30 cm. influyendo significativamente en número de raíces (6,21) y peso de raíces (13,62 g). Recomendando propagar pitahaya utilizando cladodios de 50 cm. por lo que López (2010), en su trabajo, evaluó el efecto de cuatro concentraciones de ácido indolbutírico (AIB) (0, 1.500, 3.000 ó 4.500 mg) y de dos tamaños de cladodio (40 o 60 cm de altura) en la propagación asexual de pitaya, encontró que la aplicación de 4.500 mg de AIB a las estacas de 60 cm

garantizaron los mejores resultados al generar mayor enraizamiento, número de raíces, longitud de raíces, masa fresca y seca de raíz y brotes; por lo tanto, este tratamiento es recomendable para la propagación asexual de pitaya, ello no concuerda con lo que en este estudio se encontró.

Para peso de raíz alcanzada en el presente estudio los resultados visiblemente dejan notar una superioridad del tratamiento (T6) con respecto al resto lo cual podría deberse al tipo de sustrato enriquecido y tamaño de cladodio de 30 cm. Esta afirmación no concuerdan con los obtenidos por (Aguilar, 2015) quien evaluó tres enraizantes (ANA, estiércol bovino enriquecido con fósforo y dos cepas de *Trichoderma harzianum* ThLE24 y ThLE26) y dos tamaños de cladodios (30 y 50 cm de altura) en la propagación asexual de pitahaya, determino que los cladodios de 50 cm fueron los de mejor resultado frente a los de 30 cm, influyendo significativamente peso de raíces, recomendando propagar pitahaya utilizando cladodios de 50 cm. así como también (Valdivieso, 2015) evaluó tres enraizantes (ANA, estiércol bovino enriquecido con fósforo y dos cepas de *Trichoderma harzianum* ThLE24 y ThLE26) y dos tamaños de cladodios (30 y 50 cm de altura) en la propagación asexual de pitahaya, determinaron que los cladodios de 50 cm fueron los de mejor resultado frente a los de 30 cm, influyendo significativamente en el peso de raíces (13,62 gr). Recomendando propagar pitahaya utilizando cladodios de 50 cm. Sin embargo otro autor como (Hartmann, 1998) menciona que los cladodios de 50 cm frente a los de 30 cm, tienen una relación directa con el mayor número y longitud de raíces, influyendo directamente en su peso. Sin embargo resultados según (López, 2000), el tamaño del cladodio, tiene influencia directa en el enraizamiento de estacas de pitahaya.

VII. CONCLUSIONES

La interacción del tratamiento T8 (tamaño de cladodio de 30 cm sembrado en un sustrato de franco arcilloso) generó un mayor número de brotes, longitud de brotes y longitud de raíz principal, mientras que el tratamiento T7 (tamaño de cladodio de 45 cm sembrado en un sustrato franco arcilloso) obtuvo un mayor diámetro de brote, por otra parte el tratamiento T6 (sustrato enriquecido sembrado en un tamaño de cladodio de 30 cm) generó un mayor peso de raíz de pitahaya.

La mejor interacción obtuvo el tratamiento T8 con un tamaño de cladodio de 30 cm sembrado en un sustrato franco arcilloso, por lo que permitieron alcanzar la mejor variable en cuanto al tamaño de brote, diámetro de brote y longitud de raíz principal generando un plantón de pitahaya más vigorosa, desarrollo adecuado y buenas condiciones lista para ser llevado a campo definitivo.

Los cladodios con un tamaño de 30 cm instalados en un sustrato franco arcilloso compuesto por 75 % de tierra agrícola + 25 % de humus de lombriz fueron los que produjeron las plantas de mayor calidad de pitahaya.

VIII. RECOMENDACIONES

Para la zona de Churuja y condiciones similares agroecológicas similares se recomienda.

Para obtener un mejor plantón para producción en campo se recomienda utilizar un tamaño de cladodio de 30 cm sembrado en un sustrato franco arcilloso por lo que mostro los mejores resultados esto garantiza mayor número de brote, longitud de brote, longitud de raíz generando un plantón vigoroso.

Para investigaciones en propagación por yemas se recomienda trabajar con un tamaño de cladodio de 30 cm y con el sustrato enriquecido, por lo que genero mayor número de brotes en el cladodio.

Realizar futuros trabajos de investigación para enjertación de pitahaya en vivero con sustrato enriquecido y tamaño de cladodio de 30 cm la cual la interacción aporta mayor volumen y peso radicular.

IX. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Aguilar Zaruma, g. s. (2015). Evaluación de tres enraizantes y dos tamaños de cladodios en la propagación tamaños de cladodios en la propagación asexual de pitahaya amarilla *cereus triangularis* (l.) haw., en yantzaza.
- AMPEX. (2008). Perfil del mercado de aguaymanto. Lambayeque.
- APPEN (2016) El cultivo de la pitahaya .perfil de exportación. Asociación Nicaragüense de Productores y exportadores de productos no tradicionales (APPEN).
- Araujo Zelada, G. E. (2009). cultivo de aguaymanto. Cajamarca-Peru.
- AREX. (2012). Perfil Comercial de Aguaymanto Deshidratado. Lamayeque.
- Avelares, S.J, Fernández, MV, Gómez, G.O & Guido, M.A (2016), Recolección de germoplasma de pitahayas (*Hylocereus Undatus Britton & Rose*) efectuado en 13 departamentos de la zona del Pacifico y central de Nicaragua: En Memorias del segundo Encuentro Nacional sobre el cultivo de la pitahaya .Managua Nicaragua; 1-7 Barrera Y; Aguirre C. (2011).
- Balaguera Lopez, H. E. (2010). El tamaño del cladodio y los niveles de auxina influyen. Colombiana de Ciencias Hortícolas.
- Bastos, D.; R. Pio; J.A. Scarpore; M. Neubern; L.F. Paes de Almei da; T. P. DIAS Y S. BAKKER. 2006. Propagation of red pitaya (*Hylocereus undatus*) by cuttings. Ciênc. Agrotec. 30(6), 1106-1109.
- Becerra. El Cultivo de la pitahaya. Federación Nacional de Cafetaleros de Colombia. Barrios, Disponible en: [.http://www.elnuevodiario.com.ni/economia/295904-ambiciosos-exportacion-de-pitahaya](http://www.elnuevodiario.com.ni/economia/295904-ambiciosos-exportacion-de-pitahaya)
- Castillo Martines, R. (2006). Aprovechamiento de la pitahaya: bondades y problemáticas. 18.
- 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. Pp 21-30
- Cerqueda Reyes, H. (13 de 06 de 2012). Propagación sexual y asexual de la pitahaya (*Hylocereus spp*). Obtenido de <http://tesis.ipn.mx/handle/123456789/9870>

- CORPOICA. Tecnología para el manejo de pitaya amarilla *Selenicereus megalanthus* en Colombia. Disponible en http://people.scalenet.info/wp-content/uploads/2009/11/Manual-manejo-pitaya-amarilla_2013.pdf
- Corres, A. 2009. Efecto del fertirriego en la propagación sexual y asexual de la pitahaya (*hylocereus undatus*) bajo cultivo sin suelo. Tesis maestro en ciencias. Oaxaca, Instituto Politécnico Nacional, Centro Interdisciplinario de Investigación y Desarrollo Integral Regional, Unidad Oaxaca. 115 p.
- COSTA, J M; H. CHALLA. 2002. The effect of the original leaf area on growth of softwood cuttings and planting material of rose. *Scientia Hort.* 95, 111121.
- Dallos, M. et al. (2010). *Selenicereus megalanthus* (K. Schum. ex Vaupel) Moran (Cactaceae). Bogota-Colombia. 31 p.
- Dávila, M. Propagación sexual y asexual de la pitahaya (*Hylocereus spp.*). Disponible en: <http://repositorio.una.edu.ni/3416/1/tnf01t275a.pdf>
- García. Cultivo de pitahaya. Disponible en http://www.agronet.gov.co/www/docs_si2/cultivo%20de%20pitaya.pdf.
- Hartmann, T. Kester, E. (1998). Propagación de plantas. Cia. Editorial Continental, S.A. México. 760 p.
- Lopez Diaz, H., & Guido Miranda, A. (2002). Guia Tecnologica 6 Cultivo de Pitahaya. Instituto Nicaraguense de Tecnologia Agropecuaria, 7.
- INTA (Instituto Nicaragüense de Tecnología Agrícola), 2012. Cultivo de la Pitahaya. Guía tecnológica 6. Ed. H Obregón O. Managua, NI, DSA-INTA. 39 p.
- Lecture Note D-7. Danida Forest Seed Centre. Denmark. 13 p.
- Lopez Diaz, H., & Guido Miranda, A. (2002). Guia Tecnologica 6 Cultivo de Pitahaya. Instituto Nicaraguense de Tecnologia Agropecuaria, 7.
- López .H (2016). Guía tecnológica 6. Cultivo de pitahaya .Managua septiembre 1996. 23 p.
- López, R.; Días J.C.; Flores G. 2000. Propagación vegetativa de tres especies de cactáceas: Pitaya (*Stenocereus griseus*), Tunillo (*Stenocereus stellatus*) y Jotilla (*Escontria chiotilla*). *Agrociencia* 34(4), 363-367.
- Managua, Nicaragua. Arias, J.H., Jaramillo, M.; Rengifo, T. (2017).
- Manual: Buenas Prácticas Agrícolas, en la Producción de Fríjol Voluble. Manual técnico. Gobernación de Antioquia, MANA, CORPOICA, FAO. Medellín, CO. 167 p.

Manual técnico de Buenas prácticas Agrícolas para la producción de pitahaya 2014

Marquez Quiros, C. (2014). Efecto de la fertilización orgánica sobre el rendimiento y contenido nutricional de tomate saladette en invernadero. Mexico.

Medina, J. A. (2015). Documentar las relaciones hídricas y requerimientos nutricionales de la pitaya amarilla, *Selenicereus megalanthus* (k. schum. ex vaupel) moran, durante distintas etapas fenológicas del cultivo en tres localidades del valle del Cauca. Palmira Colombia: Universidad Nacional de Colombia.

Meraz, M, Gomez, M, Schwensuis.: Pitahaya de México –Producción y comercialización en el contexto internacional. Disponible en. www.win2pdf.com:82

Método de análisis: FDA –BAM, Cap.4 -septiembre 2012. Resultado de análisis de E. Collí, coliformes.

MIFIC (Ministerio de Fomento Industria y Comercio), 2011. NTON 11 001 - 01 Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense Norma de Procedimientos para la Producción, Comercialización y Exportación de la Fruta Fresca y Pulpa de Pitahaya. Managua, NI. 16

Mizrahi, Y.; A. Nerd E Y. Sitrit. (2002). New fruits for arid climates. pp. 378-384. En: Janick, J. y A. Whipkey (eds.). Trends in new crops and new uses. Alexandria, Egipto.

Montesinos Cruz, J. (2015). Pitahaya (*Hylocereus* spp.) un recurso fitogenico con historia y futuro para el tropico seco mexicano. cultivos tropicales.

Montesinos Cruz, J. (2015). Pitahaya (*Hylocereus* spp.) un recurso fitogenico con historia y futuro para el tropico seco mexicano. cultivos tropicales.

Montoya Miranda, R. M., & Umanzor Ubeda, M. J. (2013). evaluacion de diferentes sustratos usados en la propagacion de las especies de nopal (*Opuntia ficus indica* L.) y pitahaya (*Hylocereus undatus* Britt et Rose), Managua. 1.

OIRSA (Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria, Nicaragua). (2000). Manual técnico, Buenas Prácticas en el Cultivo de Pitahaya. Nicaragua. 54 p.

Orrico, G. (2013). Respuesta de la Pitahaya amarilla (*Cereus triangularis* L.) a la aplicación complementaria de dos fertilizantes en tres dosis. Puerto Quito, Pichincha. Tesis Ing. Agr. Quito. Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ciencias Agrícolas. 88 p.

Pastor Saez, J. N. (2000). Utilizacion de los sustratos. 233.

- Quispe, M. (2013). Propagación vegetativa de esquejes de Queñua (*Polylepis besseri hieron*) en base a la aplicación de dos enraizadores naturales y tres tipos de sustratos en el vivero de la comunidad de huancané. Tesis Ing. Agr. Universidad Mayor de San Andrés, Facultad de Agronomía. La Paz- Bolivia. 117 p.
- Roulund, H. Olesen, K. 1992. Mass Propagation of Improved Material.
- Rodriguez Araujo, E. A. (10 de Enero de 2010). efecto de la fertilizacion en la nutricion y rendimiento de aji (*Capsicum spp.*) en el balle del Cauca, Colombia. balle del Cauca, Colombia.
- SAGARPA (Secretaria De Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural Pesca Y Alimentación). 2011. El cultivo de la Pitahaya. México. 12 pág.
- Santos, M. (2010). Efecto de sustratos e boro no enraizamiento de estacas de pitaya. Revista Ceres, Brasil. 7 p.
- Sueres Roman, R. S. (2011). Evaluación de métodos de propagación en pitahaya amarilla *Selenicereus megalanthus* (Haw.) Britt & Rose y pitahaya roja *Hylocereus*. Palmira.
- Suerez Roman, R. S., Caetano, C. M., & Ramires, H. (2014). Multiplicación de *Selenicereus megalanthus* (pitahaya amarilla) e *Hylocereus polyrhizus*(pitahaya roja) vía organogénesis somática. Sistema de Información Científica, 1.
- Tacumasa Kondo, Mauricio Martines, Rebolledo Roa, A., & Cardozo Burgos , C. (2013). Tecnologia para el manejo de pitaya amarilla *selenicereus megalanthus* (*K. Schum. ex Vaupel*) Moran en Colombia. corpica.
- Toribio, M. 1985. Problemas Derivados de los Estados de Juvenilidad y Madurez en la Propagación Vegetativa. En: Propagación Vegetativa de Especies Leñosas de Interés Forestal. Curso monográfico. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Monte. Madrid. Pg. 75-84
- Trocme, S. Gras, R. (1979). Suelo y fertilización en fruticultura. 2º edición.
- Valdivieso Caraguay, E. S., & Aguilar Zaruma, G. S. (2015). Evaluación de tres enraizantes y dos tamaños de cladodios en la propagación asexual de pitahaya amarilla *Cereus triangularis* (L.) haw., en Yantzaza.

VI. ANEXOS

ANEXO A. GALERÍAS FOTOGRÁFICAS



Fotografía 1: Cicatrización de los cladodios en tarimas.



Fotografía 2: Mescla y llenado del sustrato en bolsas de polietileno



Fotografía 3: Ubicación de las bolsas para la siembra



Fotografía 4: Cladodios sembrados y sus tratamientos



Fotografía 5: Cladodios sembrados y sus tratamientos



Fotografía 6: Apertura de una yema en el cladodio.

ANEXO B. RESULTADOS ESTADÍSTICOS

1. Variable: Numero de brotes

Tabla 4. Análisis de varianza del número de brotes para evaluar la influencia de los tratamientos, sustrato, cladodio, interacción.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	gl	cuadrados medios	F calculado	F tabular	Sig.	Influencia
Tratamientos	27,775	8	3,472	256,400	2,59	0,000	Si**
sustrato = A	4,237	3	1,412	104,315	3,24	0,000	Si**
cladodio = B	0,043	1	0,043	3,176	4,49	0,094	No
A*B = interacción	0,165	3	0,055	4,070	3,24	0,025	Si*
Error	0,217	16	0,014				
Total	27,991	24					

Tabla 5. Estadísticos descriptivos del número de brotes promedio según tipo de sustrato

Sustrato	Media	Error estándar	IC 95%	
			Límite inferior	Límite superior
franco arenoso	,336	,048	,236	,437
Enriquecido	1,357	,048	1,256	1,458
franco arcilloso	1,357	,048	1,257	1,458
tradicional	,893	,048	,792	,994

Tabla 6. Estadísticos descriptivos del número de brotes promedio según tipo de cladodio

Cladodio	Media	Error estándar	IC 95%	
			Límite inferior	Límite superior
cladodio 45 cm	,944	,034	,872	1,015
cladodio 30 cm	1,028	,034	,957	1,099

Tabla 7. Estadísticos descriptivos del número de brotes promedio según los tratamientos

3. Cladodio * Sustrato

Variable dependiente:

Tratamientos	Media	Error estándar	IC 95%	
			Límite inferior	Límite superior
T3: Far + C45 cm	.393	.067	.251	.535
T4: Far + C30 cm	.280	.067	.137	.422
T5: SE + C45 cm	1.262	.067	1.119	1.404
T6: SE + C30 cm	1.452	.067	1.310	1.595
T7: Fac + C45 cm	1.209	.067	1.066	1.351
T8: Fac + C30 cm	1.506	.067	1.364	1.648
T1: test1: ST + C45 cm	.911	.067	.769	1.053
T2: Test2: ST + C30 cm	.875	.067	.733	1.017

Tabla 8. Pruebas de Tukey de grupos homogéneos para el tipo de sustrato

Sustrato	muestra	Grupos homogéneos		
		1	2	3
franco arenoso tradicional	6	A	-	-
enriquecido	6	-	B	-
franco arcilloso	6	-	-	C
Sig.	24	1,000	1,000	1,000

Tabla 9. Pruebas de Tukey de grupos homogéneos para el tipo de cladodio

Cladodio	muestra	Grupo homogéneo
45 cm	12	A
30 cm	12	A
Sig	24	0,915

Tabla 10. Pruebas de Tukey de grupos homogéneos para los tratamientos

tratamientos	muestra	Grupos Homogéneos		
		1	2	3
T3	3	A	-	-
T2(TES 2)	3	-	B	-
T7	3	-	B	-
T5	3	-	B	-
T4	3	-	B	-
T8	3	-	-	C
T1(TES 1)	3	-	-	C
T6	3	-	-	C
Sig.	24	.086	.115	.063

2.- Variable: Longitud del brote

Tabla 11. Análisis de varianza del longitud de brotes para evaluar la influencia de los tratamientos, sustrato, cladodio, interacción.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	gl	Cuadrados medios	F calculado	F tabular	Significancia	Influencia
tratamiento	1635.689	8	204.46	96.521	2.591	.000	Si **
sustrato	307.397	3	102.47	48.372	3.239	.000	Si **
cladodio	0.742	1	0.74	0.350	4.494	.562	No
sustrato * cladodio	3.672	3	1.22	0.578	3.239	.638	No
Error	33.893	16	2.12				
Total	1669.581	23					

Tabla 12. Estadísticos descriptivos del número de la longitud del brote según tipo de sustrato

Sustrato	Media	Error estándar	IC 95%	
			Li	Ls
franco arenoso	2.081	.594	.821	3.340
enriquecido	10.517	.594	9.258	11.777
franco arcilloso	10.852	.594	9.593	12.112
tradicional	6.258	.594	4.998	7.518

Tabla 13. Estadísticos descriptivos de la longitud del brote promedio según tipo de cladodio

Cladodio	Media	Error estándar	IC 95%	
			Li	Ls
cladodio 45 cm	7.603	.420	6.712	8.494
cladodio 30 cm	7.251	.420	6.361	8.142

Tabla 14. Estadísticos descriptivos de la longitud del brote promedio según los tratamientos

tratamientos				
Variable dependiente:				
tratamientos	Media	Error estándar	IC 95%	
			Li	Ls
T3: Far + C45 cm	2.082	.840	.301	3.863
T4: Far + C30 cm	2.079	.840	.298	3.861
T5: SE + C45 cm	10.620	.840	8.838	12.401
T6: SE + C30 cm	10.415	.840	8.634	12.196
T7: Fac + C45 cm	10.630	.840	8.849	12.411
T8: Fac + C30 cm	11.075	.840	9.293	12.856
T1: test1: ST + C45 cm	7.080	.840	5.299	8.861
T2: Test2: ST + C30 cm	5.436	.840	3.655	7.217

Tabla 15. Prueba de Tukey de grupos homogéneos para la longitud del brote promedio según el tipo de sustrato

Sustrato	muestras	Grupos Homogéneos		
		1	2	3
franco arenoso	6	A	-	-
tradicional	6	-	B	-
enriquecido	6	-	-	C
franco arcilloso	6	-	-	C
Significancia	24	1.000	1.000	.978

Tabla 16. Prueba de Tukey de grupos homogéneos para la longitud del brote promedio según el tipo de cladodio

Cladodio	muestras	Grupos homogéneos
cladodio 45 cm	12	A
cladodio 30 cm	12	A
significancia	24	0.654

Tabla 17. Prueba de Tukey de grupos homogéneos para la longitud del brote promedio según tratamientos.

tratamientos	muestras	Grupos homogéneos		
		1	2	3
T4	3	A	-	-
T3	3	A	-	-
T2 (TES 2)	3	-	B	-
T1 (TES1)	3	-	B	-
T6	3	-	-	C
T5	3	-	-	C
T7	3	-	-	C
T8	3	-	-	C
Significancia	24	.156	.852	.060

3.- Variable: Diámetro del brote

Tabla 18. Análisis de varianza del diámetro de brotes para evaluar la influencia de los tratamientos, sustrato, cladodio, interacción.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	gl	cuadrados medios	calculad F tabular		Sig.	Influencia
Tratamientos	92.509	8	11.56	2.591	134.235	.000	Si **
sustrato:A	15.181	3	5.06	3.239	58.741	.000	Si **
cladodio:B	0.058	1	0.06	4.494	0.668	.426	No
Interacción: A*I	0.039	3	0.01	3.239	0.150	.928	No
Error	1.378	16	0.09				
Total	93.887	23					

Tabla 19. Estadísticos descriptivos del diámetro de brotes promedio según: tratamientos, tipo de sustrato, tipo de cladodio.

tratamientos	Media	Error estándar	IC 95%	
			LI	LS
T3: Far + C45 cm	.576	.169	.216	.935
T4: Far + C30 cm	.558	.169	.198	.917
T5: SE + C45 cm	2.539	.169	2.180	2.898
T6: SE + C30 cm	2.371	.169	2.012	2.730
T7: Fac + C45 cm	2.548	.169	2.188	2.907
T8: Fac + C30 cm	2.530	.169	2.171	2.889
T1: test1: ST + C45 cm	1.709	.169	1.350	2.068
T2: Test2: ST + C30 cm	1.521	.169	1.162	1.880

Sustrato	Media	Error estándar	IC 95%	
			LI	LS
franco arenoso	.567	.120	.313	.821
enriquecido	2.455	.120	2.201	2.709
franco arcilloso	2.539	.120	2.285	2.793
tradicional	1.615	.120	1.361	1.869

Cladodio	Media	Error estándar	IC 95%	
			LI	LS
cladodio 45 cm	1.843	.085	1.663	2.022
cladodio 30 cm	1.745	.085	1.565	1.925

Tabla 20. Pruebas de Tukey de grupos homogéneos para la longitud del brote promedio según: tratamientos, tipo de sustrato, tipo de cladodio.

tratamientos	muestras	Grupos Homogéneos			
		1	2	3	4
T4	3	A	-	-	-
T3	3	A	-	-	-
T2 (TES 2)	3	-	B	-	-
T1 (TES1)	3	-	B	-	-
T6	3	-	-	C	-
T8	3	-	-	-	D
T5	3	-	-	-	D
T7	3	-	-	-	D
Sig.		1.000	.992	.054	.994

Sustrato	muestras	Grupos Homogéneos		
		1	2	3
franco arenoso	6	A	-	-
tradicional	6	-	B	-
enriquecido	6	-	-	C
franco arcilloso	6	-	-	C
Sig.		1.000	1.000	.959

Cladodio	muestras	Grupo homogéneo
cladodio 45 cm	12	A
cladodio 30 cm	12	A
significancia	24	0.458

4.- Variable: Longitud de raíz

Tabla 21. Análisis de varianza de la longitud de raíz para evaluar la influencia de los tratamientos, sustrato, cladodio, interacción.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	gl	cuadrados medios	F calculado	F tabular	Sig.	Influencia
Tratamientos	12392.119	8	1549.01	246.488	2.591	.000	Si **
sustrato:A	79.438	3	26.48	4.214	3.239	.022	Si **
cladodio:B	9.690	1	9.69	1.542	4.494	.232	No
Interacción: A*B	84.043	3	28.01	4.458	3.239	.019	Si *
Error	100.550	16	6.28				
Total	273.721	23					

Tabla 22. Estadísticos descriptivos de la longitud de raíz promedio según: tratamientos, tipo de sustrato, tipo de cladodio.

tratamientos	Media	Error estándar	IC 95%	
			LI	LS
T3: Far + C45 cm	19.127	1.447	16.058	22.195
T4: Far + C30 cm	22.710	1.447	19.642	25.778
T5: SE + C45 cm	21.627	1.447	18.558	24.695
T6: SE + C30 cm	21.333	1.447	18.265	24.402
T7: Fac + C45 cm	22.710	1.447	19.642	25.778
T8: Fac + C30 cm	28.503	1.447	25.435	31.572
T1: test1: ST + C45 cm	24.250	1.447	21.182	27.318
T2: Test2: ST + C30 cm	20.250	1.447	17.182	23.318

Sustrato	Media	Error estándar	IC 95%	
			LI	LS
franco arenoso	20.918	1.023	18.749	23.088
enriquecido	21.480	1.023	19.310	23.650
franco arcilloso	25.607	1.023	23.437	27.776
tradicional	22.250	1.023	20.080	24.420

Cladodio	Media	Error estándar	IC 95%	
			LI	LS
cladodio 45 cm	21.928	.724	20.394	23.462
cladodio 30 cm	23.199	.724	21.665	24.733

Tabla 23. Pruebas de Tukey de grupos homogéneos para la longitud de la raíz promedio según: tratamientos, tipo de sustrato, tipo de cladodio.

tratamientos	muestra	Grupo homogéneo	
		1	2
T3	3	A	-
T2 (TES 2)	3	A	-
T6	3	A	-
T5	3	A	-
T4	3	-	B
T7	3	-	B
T1 (TES 1)	3	-	B
T8	3	-	B
Sig.	24	.261	.061

Sustrato	N	Grupo Homogéneo	
		1	2
franco arenoso	6	A	-
enriquecido	6	A	-
tradicional	6	A	-
franco arcilloso	6	-	B
Sig.	24	.795	1.000

Cladodio	muestras	Grupo homogéneo
cladodio 45 cm	12	A
cladodio 30 cm	12	A
significancia	24	0.635

5.- Variable: Peso de raíz

Tabla 24. Análisis de varianza de la longitud de raíz para evaluar la influencia de los tratamientos, sustrato, cladodio, interacción.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	gl	cuadrados medios	F calculado	F tabular	Sig.	Influencia
Tratamientos	474.047	8	59.26	56.658	2.591	.000	Si**
sustrato:A	11.000	3	3.67	3.506	3.239	.040	Si**
cladodio:B	3.643	1	3.64	3.483	4.494	.080	No
Interacción: A*B	22.754	3	7.58	7.252	3.239	.003	Si**
Error	16.734	16	1.05				
Total	528.178	23					

Tabla 25. Estadísticos descriptivos del peso de raíz promedio según: tratamientos, tipo de sustrato, tipo de cladodio.

tratamientos	Media	Error estándar	IC 95%	
			LI	LS
T3: Far + C45 cm	2.423	.590	1.172	3.675
T4: Far + C30 cm	3.960	.590	2.708	5.212
T5: SE + C45 cm	3.763	.590	2.512	5.015
T6: SE + C30 cm	6.343	.590	5.092	7.595
T7: Fac + C45 cm	3.557	.590	2.305	4.808
T8: Fac + C30 cm	5.067	.590	3.815	6.318
T1: test1: ST + C45 cm	5.760	.590	4.508	7.012
T2: Test2: ST + C30 cm	3.250	.590	1.998	4.502

Sustrato	Media	Error estándar	IC 95%	
			LI	LS
franco arenoso	3.192	.418	2.307	4.077
enriquecido	5.053	.418	4.168	5.938
franco arcilloso	4.312	.418	3.427	5.197
tradicional	4.505	.418	3.620	5.390

Cladodio	Media	Error estándar	IC 95%	
			LI	LS
cladodio 45 cm	3.876	.295	3.250	4.502
cladodio 30 cm	4.655	.295	4.029	5.281

Tabla 26. Pruebas de Tukey de grupos homogéneos para el peso de la raíz promedio según: tratamientos, tipo de sustrato, tipo de cladodio.

tratamientos	muestra	Grupos Homogéneos		
		1	2	3
T3	3	A	-	-
T2(TES 2)	3	-	B	-
T7	3	-	B	-
T5	3	-	B	-
T4	3	-	B	-
T8	3	-	-	C
T1(TES 1)	3	-	-	C
T4	3	-	-	C
Sig.	24	.086	.115	.063

Sustrato	muestra	Grupo Homogéneo	
		1	2
franco arenoso	6	A	-
franco arcilloso	6	-	B
tradicional	6	-	B
enriquecido	6	-	B
Sig.	24	.159	.602

Cladodio	muestras	Grupo homogéneo
cladodio 45 cm	12	A
cladodio 30 cm	12	A
significancia	24	0.428