



EDUCACIÓN
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO®

TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO INSTITUTO TECNOLÓGICO DE CHINÁ

TESIS

COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE
INGENIERO AGRÓNOMO

PRESENTA:

LUIS FERNANDO CHI YEH

ASESOR INTERNO:

NOEL ANTONIO GONZÁLEZ VALDIVIA

TÍTULO:

CARACTERIZACIÓN DE CRECIMIENTO VEGETATIVO DE CUATRO ESPECIES
DE PITAHAYAS BAJO TUTORADO DE CHAKÁ (*Bursera simaruba*) EN CHINÁ,
CAMPECHE, MÉXICO

Mayo de 2024





**TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE CHINÁ**

TESIS

COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE
INGENIERO AGRÓNOMO

PRESENTA:

LUIS FERNANDO CHI YEH

ASESOR INTERNO:

NOEL ANTONIO GONZÁLEZ VALDIVIA

TÍTULO:

CARACTERIZACIÓN DE CRECIMIENTO VEGETATIVO DE CUATRO ESPECIES
DE PITAHAYAS BAJO TUTORADO DE CHAKÁ (*Bursera simaruba*) EN CHINÁ,
CAMPECHE, MÉXICO

Mayo de 2024

AGRADECIMIENTOS

Primeramente, agradezco a Dios con el corazón humilde. Por sus bendiciones que me han ayudado a culminar con mi carrera profesional.

Agradezco al Instituto Tecnológico de Chiná por brindarme las herramientas y conocimiento a lo largo de mi formación académica.

A MIS PADRES

A mi padre Héctor Antonio Chi Keb que desde pequeño me enseñó a luchar por mis sueños y a ser una persona disciplinada. Agradezco a ese hombre que trabajó largas jornadas en el campo para poder darme una mejor calidad de vida.

También agradezco a mi hermosa madre Blanca Consuelo Yeh Gómez que, en cada etapa de mi vida y en los días grises a estado pendiente de mí, para consolarme y apoyarme hasta en lo más crítico.

A MIS MAESTROS

Al Dr. Noel Antonio Gonzalez Valdivia por confiar en mis capacidades y por permitirme ser parte del Laboratorio de Agroecología y Agricultura Orgánica Sustentable. Gracias por paciencia y comprensión.

DEDICATORIA

El presente trabajo de investigación principalmente se lo dedico a Dios por disciplinarme y brindarme la sabiduría para poder tomar las mejores decisiones durante mi carrera profesional.

A mis padres por haberme forjado como la persona que soy en la actualidad, todos mis logros se lo debo a ellos. Me formaron con reglas y con algunas libertades que me han motivado para alcanzar mis metas.

A mis amigos, maestros y a todos los que estuvieron presentes en esta etapa de mi vida. En especial se lo dedico a mis amigos Elias Chablé May y Javier Ballina Castillo por siempre apoyarme en tiempos austeros.

¡Gracias a todos!

RESUMEN

La pitahaya es una planta de porte rastrero resistente a las sequías perteneciente a la familia de las cactáceas, cuenta con características adecuadas para el establecimiento de nuevas estrategias de producción agrícola con enfoques agroecológicos con la finalidad de garantizar la seguridad alimentaria, conservación del ecosistema y el medio ambiente. El presente proyecto generó información sobre la respuesta adaptativa y el crecimiento vegetativo de cuatro especies de pitahaya (*Hylocereus* spp.) cultivada bajo un sistema de tutorado vivo con postes de chaká (*Bursera simaruba*) bajo las condiciones edafoclimáticas en Chiná, Campeche, México. La parcela experimental ocupó un área experimental de 262 m² de superficie, en las cuales se establecieron 75 tutores de chaká (*Bursera simaruba*) consistiendo en postes en un promedio aproximado de 12.5 ± 2.2 cm de diámetro y una longitud de 1.81 ± 0.08 m plantados a una profundidad de 40 cm. Se designaron 4 tratamientos con 3 repeticiones en un diseño unifactorial en bloques al azar. Las unidades experimentales fueron 6 plantas de cada especie de pitahaya (*H. undatus*, *H. ocamponis*, *H. megalanthus* y *H. polyrhizus*), plantadas en los correspondientes tutores dentro de un bloque. Los tutores de chaká tuvieron una alta supervivencia (92%) La mortalidad en las especies de pitahaya fue nula en *H. ocamponis* y *H. polyrhizus*, pero también fue baja en las otras dos especies (<6%). La longitud de los esquejes alcanzó de 120 a 140 cm en promedio y un diámetro entre 3.7 a 4.5 cm en un periodo de 6 meses. Todas las especies parecen adaptarse bien a las condiciones edafoclimáticas y del manejo con tutores de *Bursera simaruba* a 1.4 m de altura desde la superficie del suelo.

Palabras clave: Adaptación, esquejes, rastrero, mortalidad.

Contenido

AGRADECIMIENTOS	ii
DEDICATORIA.....	iii
RESUMEN	iv
I. INTRODUCCIÓN	1
1.2 Objetivos	3
1.2.1 Objetivo general.....	3
1.2.2 Objetivo específico	3
1.3 Hipótesis	3
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
Descripción de la pitahaya.....	4
Ciclo de vida	4
Importancia económica.....	5
Potencial productivo	5
Taxonomía.....	5
Condiciones donde se desarrolla.....	6
Manejo agronómico	7
Plagas que afectan el cultivo	7
<i>Dasiops</i> sp.	8
<i>Chinche patón</i>	9
<i>Atta cephalotes</i>	10
<i>Maracayia chlorisalis</i>	11
II. JUSTIFICACIÓN	14
III. MATERIALES Y METODOS.	15
Área de estudio	15
Limpieza del área	17
Corte de tutores vivos.....	18
Siembra de esquejes e instalación de sistema de riego	19
Manejo y análisis de datos	21
IV. RESULTADOS.....	22
VI. CONCLUSIÓN.....	32
VIII BIBLIOGRAFIA.....	33
IX. ANEXO	38

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. HEMBRA ADULTA DE DASIOPS SALTANS (TOWNSEND) SOBRE BOTÓN FLORAL DE PITAHAYA AMARILLA. (IMAGEN POR T. KONDO).....	8
FIGURA 2. NINFAS DE LEPTOGLOSSUS ZONATUS SOBRE TUTORES DE BURSERA SIMARUBA, JUNIO 2023.....	9
FIGURA 3. DAÑOS DE LA HORMIGA ARRIERA EN LAS FLORES DE LA PITAHAYA.....	10
FIGURA 4. LARVA DE MARACAYIA CHLORISALIS EN SU ULTIMO ESTADIO CAUSANDO DAÑO EN EL ESQUEJE DE PITAHAYA.	11
FIGURA 5. LOCALIZACIÓN DE LA PARCELA EXPERIMENTAL EN RANCHO XAMANTÚN, CHINÁ, CAMPECHE, ESTABLECIDA EN MAYO DE 2023.....	15
FIGURA 6. DISEÑO EXPERIMENTAL DE LAS ESPECIES DE PITAHAYA DEL GÉNERO HYLOCEREUS SPP ESTABLECIDOS EN EL BANCO DE GERMOPLASMA DE TRABAJO EN RANCHO XAMANTÚN, INSTITUTO TECNOLÓGICO DE CHINÁ, CHINÁ, CAMPECHE, MÉXICO, EN MAYO 2023.....	16
FIGURA 7. LIMPIEZA Y BALIZADO DEL ÁREA DE EXPERIMENTÓ EN RANCHO XAMANTÚN, INSTITUTO TECNOLÓGICO DE CHINÁ, CHINÁ, CAMPECHE, MÉXICO.....	17
FIGURA 8. CORTE DE TUTORES VIVOS EN EL RANCHO XAMANTÚN, INSTITUTO TECNOLÓGICO DE CHINÁ, CHINÁ, CAMPECHE, MÉXICO.....	18
FIGURA 9. SIEMBRA DE TUTORES EN LA PARCELA EXPERIMENTAL EN EL RANCHO XAMANTÚN, INSTITUTO TECNOLÓGICO DE CHINÁ, CHINÁ, CAMPECHE, MÉXICO.	19
FIGURA 10. INSTALACIÓN Y DISTRIBUCIÓN DEL SISTEMA DE RIEGO EN EL SISTEMA AGROFORESTAL EN RANCHO XAMANTÚN, INSTITUTO TECNOLÓGICO DE CHINÁ, CHINÁ, CAMPECHE, MÉXICO, EN MAYO 2023.....	20
FIGURA 11. MEDICIONES DEL CRECIMIENTO VEGETATIVO DE CUATRO ESPECIES DEL GÉNERO HYLOCEREUS SPP EN TUTORES DE BURSERA SIMARUBA EN CONDICIONES EDAFOCLIMÁTICAS DEL RANCHO XAMANTÚN, CHINÁ, CAMPECHE.	21
FIGURA 12. ALTURA DE LOS TUTORES DE CHAKÁ (BURSERA SIMARUBA) ESTABLECIDOS EN EL BANCO DE GERMOPLASMA DE TRABAJO EN RANCHO XAMANTÚN, INSTITUTO TECNOLÓGICO DE CHINÁ, CHINÁ, CAMPECHE, MÉXICO.	22
FIGURA 13. DIÁMETRO DE LOS TUTORES DE CHAKÁ (BURSERA SIMARUBA) ESTABLECIDOS EN EL BANCO DE GERMOPLASMA DE TRABAJO EN RANCHO XAMANTÚN, INSTITUTO TECNOLÓGICO DE CHINÁ, CHINÁ, CAMPECHE, MÉXICO.....	23
FIGURA 14. PROMEDIO DE SUPERVIVENCIA Y MORTALIDAD DE TUTORES VIVOS DE BURSERA SIMARUBA ESTABLECIDOS EN EL BANCO DE GERMOPLASMA DE TRABAJO EN RANCHO XAMANTÚN, INSTITUTO TECNOLÓGICO DE CHINÁ, CHINÁ, CAMPECHE, MÉXICO.	24
FIGURA 15. VOLUMEN DEL TUTOR VIVO BURSERA SIMARUBA EN M ³ Y EL VOLUMEN AJUSTO FF LONGITUDINAL TO MANOS EN EL EXPERIMENTO EN RANCHO XAMANTÚN, INSTITUTO TECNOLÓGICO DE CHINÁ, CHINÁ, CAMPECHE, MÉXICO.....	25
FIGURA 16. TOTAL DE BIOMASA Y CARBONO OBTENIDA EN LOS TUTORES VIVOS DE BURSERA SIMARUBA EN EL EXPERIMENTO EN RANCHO XAMANTÚN, INSTITUTO TECNOLÓGICO DE CHINÁ, CHINÁ, CAMPECHE, MÉXICO.	26
FIGURA 17. CRECIMIENTO LONGITUDINAL DE ESQUEJES DE PITAHAYA ESTABLECIDOS EN EL BANCO DE GERMOPLASMA DE TRABAJO EN RANCHO XAMANTÚN, INSTITUTO TECNOLÓGICO DE CHINÁ, CHINÁ, CAMPECHE, MÉXICO.	28
FIGURA 18. DIÁMETRO DE LOS ESQUEJES DE PITAHAYA ESTABLECIDOS EN EL BANCO DE GERMOPLASMA DE TRABAJO EN RANCHO XAMANTÚN, INSTITUTO TECNOLÓGICO DE CHINÁ, CHINÁ, CAMPECHE, MÉXICO.	29

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO 1. CLASIFICACIÓN TAXONOMÍA DE LA PITAHAYA (HYLOCEREUS SPP.).....	6
CUADRO 2. PORCENTAJE DE PRENDIMIENTO DE LAS ESPECIES DE PITAHAYA DEL GÉNERO HYLOCEREUS SPP.....	27

I. INTRODUCCIÓN

La pitahaya es una fruta apreciada en América tropical de donde es originaria (Verona-Ruiz, Urcia-Cerna y Paucar-Menacho, 2020), pero que también lo es en el mercado europeo y asiático. Varios países, incluido México, cultivan esta especie para autoconsumo y exportación (Raveh et al., 1993; Reyes, 1995; Rodríguez, 2000; Cáliz y Castillo, 2001; García-Barquero y Quirós-Madrugal, 2010). En los últimos años se ha estado fomentando significativamente su cultivo en México (Cáliz-de Dios, Castillo-Martínez, Caamal-Canché, 2014; Montesinos Cruz *et al.*, 2015) y en el estado de Campeche, las autoridades del sector agropecuario lo fomentan en la diversificación de los agroecosistemas y las exportaciones.

Esta planta está clasificada dentro de la familia Cactaceae, tribu Hylocereeae. Dentro de la tribu *Hylocereeae* se encuentran el género: *Hylocereus* (Bauer, 2003). Las plantas del género *Hylocereus* se caracterizan por sus tallos elongados con tres aristas (Nerd y Mizrahi 1997). El género *Hylocereus*, es originario de América central y el Caribe, cuenta con 16 especies reconocidas y es conocido como el cactus trepador de mayor distribución a nivel mundial (Montesino, Rodríguez-Larramendi, Ortiz-Pérez, Fonseca-Flores, Ruíz y Guevara-Hernández, 2015), dentro de estas especies se encuentra *Hylocereus megalanthus* (pitahaya), denominada anteriormente como *Selenicereus megalanthus*.

Los cactus trepadores del género *Hylocereus* son nativos de las regiones tropicales de América del Norte, Central y América del Sur y se conocen en América Latina con el nombre común de pitahaya o pitaya (Esquivel, 2004). Algunas especies dentro del género de *Hylocereus* han alcanzado importancia económica a nivel mundial. *H. undatus* (con cáscara roja y pulpa blanca) ha sido ampliamente cultivada, mientras que otras especies, como *H. polyrhizus* (Weber) Britton & Rose (con cáscara roja y pulpa de color rojo violeta) e *H. costaricensis* (Weber) Britton & Rose (con cáscara roja y pulpa de color rojo) se cultivan en menor escala (Mizrahi y Nerd, 1999).

En los últimos años el cultivo de pitahaya se ha vuelto tendencia por ser un alimento funcional (Montalvo, Cabal-Prieto y Ramírez-Rivera, 2023) y por tanto atractivo como cultivo de gran inversión en el estado de Campeche, donde las condiciones edafoclimáticas y la falta de agua son limitantes para que los pequeños productores puedan hacer productivas sus pequeñas parcelas con cultivos básicos como el maíz, frijol, calabaza chihua.

Se optó por implementar el uso de sistemas agroforestales como alternativa de producción debido al bajo nivel de fertilidad de sus terrenos. La pitahaya (*Hylocereus* spp), es una planta con potencial de adaptación a las difíciles condiciones ecológicas que prevalecen en esas zonas marginales; por su deliciosa fruta, tiene una creciente demanda, y por sus elevados precios en los mercados nacional e internacional, es un producto de alta rentabilidad (Sotelo-Ruiz et al., 2020).

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo general

Generar información sobre la respuesta adaptativa y el crecimiento vegetativo de cuatro especies de pitahaya (*Hylocereus* spp.) cultivada bajo un sistema de tutorado vivo (*Bursera simaruba*) a las condiciones edafoclimáticas de Chiná, Campeche.

1.2.2 Objetivo específico

Determinar el número de tutores vivos de Chaká (*Bursera simaruba*) resistentes a plagas y a condiciones extremas por sequía.

Describir el comportamiento del crecimiento de los brotes de esquejes sobresalientes de pitahaya (*Hylocereus* spp.), bajo las condiciones edafoclimáticas en Chiná, Campeche, México.

1.3 Hipótesis

H1: Al menos unas de las especies tienen excelente respuesta adaptativa bajo las condiciones edafoclimáticas de Chiná, Campeche.

H2: No se presenta ningún cambio significativo en el crecimiento longitudinal y de diámetro en todas las especies de pitahaya bajo este sistema.

H3: Cada una de las especies presentan comportamiento diferente ante el sistema y las condiciones edafoclimáticas de Chiná, Campeche.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

Descripción de la pitahaya

Los frutos de las pitahayas son sumamente llamativos, de los más exóticos del mundo por su tamaño, color y brácteas foliáceas. El fruto se puede industrializar; para obtener mermeladas, néctares y licores, entre otros productos. Los tallos tiernos y las flores se consumen como verdura; los tallos maduros sirven como forraje. Se atribuyen propiedades medicinales a tallos, flores y frutos; el tamaño grande de sus flores y su fragancia son de importancia ornamental (Castillo, 1996; Ortiz 1999).

En México podemos encontrar gran diversidad de especies del género *Hylocereus* ssp. Este grupo de plantas se caracteriza no sólo por su atractivo como plantas de ornato sino también porque constituyen una fuente importante de alimento y una actividad redituable en aquellas regiones donde las condiciones climáticas y edáficas son adversas. Dentro de las cactáceas con gran potencial productivo y económico se encuentra el género *Hylocereus*, especie que presenta diversos hábitos de crecimiento y frutos que se conocen comúnmente como “pitahayas” (Solano, Cano y Hernández, 2005).

Ciclo de vida

El ciclo de vida puede variar entre los 8 a 14 meses dependiendo de las condiciones edafoclimáticas donde se encuentre establecido el cultivo, la planta de pitahaya del género *Hylocereus* spp puede desarrollar varias etapas de producción en tiempos sincronizados. Es decir, en etapas de floración se pueden tener frutos en llenado y emergencia de nuevos botones florales.

El crecimiento y desarrollo vegetal regularmente se describen en términos de días calendario; sin embargo, determinar el desarrollo en términos de tiempo térmico o tiempo fisiológico, requiere del conocimiento de la acumulación de energía calórica para la ocurrencia de las etapas fenológicas de los cultivos. Los frutos adquieren el color característico de la variedad. El cambio de color y firmeza de fruto son los indicadores de cosecha.

Importancia económica

El cultivo de pitahaya es una actividad económica redituable en regiones rurales donde las condiciones climáticas y edáficas no son favorables para otros cultivos, debido a la escasez de agua y a las características edáficas de pedregosidad y baja capacidad nutrimental. Dentro de las cactáceas con gran potencial productivo y económico se encuentra el género *Hylocereus*, el cual agrupa especies que presentan diversos hábitos de crecimiento y tienen frutos que se conocen comúnmente como pitahayas.

La especie *H. undatus* tiene una gran importancia económica en México, sus frutos son muy apreciados por su apariencia y sabor; además son fácilmente comercializados en mercados locales, regionales y se incrementa su comercio en el mercado nacional y extranjero (Livera et al., 2010). Esta planta se puede aprovechar íntegramente y si bien se destaca por la importancia económica de sus frutos (Ortiz, 1999)

Potencial productivo

La demanda de las frutas de las distintas pitahayas es importante y creciente en algunos mercados regionales y su aceptación es cada vez mayor en el mercado internacional, en donde ya son reconocidas como una exquisita y exótica fruta tropical (Rodríguez Canto, 2002).

Taxonomía

La pitahaya pertenece a la familia Cactaceae y prevalece en dos géneros separados, "*Hylocereus*" y "*Selenicereus*". Las variedades cultivadas comercialmente más comunes son del género *Hylocereus* que cubre alrededor de 16 especies diferentes (Bauer, 2003). Su taxonomía ha sido revisada y se presenta en el cuadro 1.

Cuadro 1. Clasificación taxonomía de la pitahaya (*Hylocereus* spp.)

Nombre Científico	<i>Hylocereus</i> spp.
Reino	Plantae
División	Magnoliophita
Clase	Magnoliopsida
Orden	Caryophyllale
Familia	Cactaceae - cactácea
Tribu	Hylocereeae
Género	<i>Hylocereus</i>
Especie	<i>H. extensus</i> (Salm- Dyck ex De Candolle) <i>H. setaceus</i> (Salm- Dyck ex De Candolle) <i>H. tricae</i> (Hunt) <i>H. minutiflorus</i> Br. and R. <i>H. megalanthus</i> (Schum. ex Vaupel) <i>H. stenopterus</i> (Weber) Br. and R. <i>H. calcaratus</i> (Weber) Br. and R. <i>H. undatus</i> (Haw.) Br. and R. <i>H. escuintlensis</i> (Kimn.) <i>H. ocamponis</i> (Salm-Dyck) Br. and R. <i>H. guatemalensis</i> (Eich.) Br. and R. <i>H. purpusii</i> , <i>H. costaricensis</i> (Weber) Br. and R. <i>H. trigonus</i> (Haw.) Safford <i>H. triangularis</i> (L.) Br. and R. <i>H. monacanthus</i>

Fuente: Bauer (2003).

Condiciones donde se desarrolla

En cuanto a temperatura por ser una cactácea resiste con facilidad a temperaturas elevadas y sequías prolongadas. Aunque ocasiones la luz solar puede llegar a dañar los esquejes causando la dormancia. Las plantas de pitahaya son perennes y requieren soporte porque su morfología les impide sostenerse (Nerd et al., 2002); son resistentes a la sequía y prosperan desde el nivel del mar hasta 1850 m, requieren temperaturas de 18 a 26 °C, con precipitaciones de 650 a 1500 mm anuales, y su desarrollo mejor se logra en climas cálidos subhúmedos (Castillo 1996).

Manejo agronómico

El cultivo de pitahaya se puede establecer en suelos de baja fertilidad y suelos pocos profundos. Con sistemas de tutorados de cemento, tutores vivos y sistemas con tecnología como son sensores de acero bajo condiciones de invernadero. Para el control de malas hierbas se pueden hacer uso de herbicidas orgánicos y prácticas de deshierbe dependiendo del diseño de sistema de producción (Díaz, 2015).

La nutrición del cultivo depende de la toma de muestras del suelo para la realización del análisis físico-químico, el cual ayudará a realizar, en primera instancia, las enmiendas necesarias y después, a determinar con mayor exactitud los nutrientes necesarios para el buen desarrollo del cultivo. Entre las investigaciones desarrolladas en pitahaya se ha determinado que tiene altas exigencias de potasio, medias de nitrógeno y bajas de fósforo, además, responde muy bien a aportes de materia orgánica (Morillo-Coronado et al., sf).

Plagas que afectan el cultivo de pitahaya

La mosca del botón floral *Dasiops* sp. (Díptera: *Lonchaeidae*) y el chinche patifoliado *Leptoglossus zonatus* (Hemíptera: Coreica), además de algunos visitantes ocasionales de las familias Phlaeothripidae y Thripidae (*Thysanoptera*), Chrysomelidae, Lycidae, Lampiridae (Coleóptera), Aphididae Coreidae, Pentatomidae y Cicadellidae (Hemíptera). De acuerdo con (Delgado et al., 2010) y (De Paula et al., 2021) la mosca del botón floral (*Dasiops* sp.) es un insecto de importancia fitosanitaria debido a que causa daños en el botón floral de la pitahaya.

Por su parte el chinche patifoliado (*Leptoglossus zonatus*) es una plaga que afecta a la pitahaya durante los meses secos, y las ninfas y adultos provocan daños cuando se alimentan de los frutos, al succionar la savia de las pencas, provocando clorosis (De Paula et al., 2021).

***Dasiops* sp.**

La mosca del botón floral (figura 1) es un insecto que afectan los frutos de la pitahaya causando disminución en la producción. *Dasiops saltans* (Townsend) es un problema fitosanitario de gran importancia que ocasiona pérdidas entre el 40 y 80% (Gonzalez-Trujillo, Peraza-Arias y Brochero, 2019).



Figura 1. Hembra adulta de *Dasiops saltans* (Townsend) sobre botón floral de pitahaya amarilla. (Imagen por T. Kondo).

Chinche patón

Leptoglossus zonatus (figura 2) es una de las principales plagas que afectan al cultivo de pitahaya ocasionando pérdidas económicas y daños en diferentes etapas fenológicas del cultivo de pitahaya. Las ninfas afectan los brotes jóvenes alentando el crecimiento vegetal de los esquejes primarios y secundarios. En el caso de los adultos afectan el exterior de los frutos mermando la calidad. De igual forma esta plaga deposita huevecillos en el ápice del fruto causando una disminución en la producción (Kondo et al., 2013).



Figura 2. Ninfas de *Leptoglossus zonatus* sobre tutores de *Bursera simaruba*, junio 2023.

Atta cephalotes

Hormiga arriera (figura 3) (Hymenoptera: Formicidae: Myrmicinae) ataca tanto las partes vegetativas de la planta (vainas, botones florales y frutos), produciendo daños que reducen la calidad del fruto. Se puede controlar con aceite de neem + extracto de canela (Alberto-Medina y Kondo, 2012).



Figura 3. Daños de la hormiga arriera en las flores de la pitahaya.

Fuente: (Ortiz- Hernández, 2021)

Maracayia chlorisalis

El barrenador causa daños en los esquejes originando cavidades a consecuencia los esquejes comienzan a pudrirse (figura 4). Las heridas causadas son un punto de entrada de enfermedades. Para el control es conveniente llevar a cabo el monitoreo de la plaga, aplicando aceite de neem con extracto de canela antes de que ésta perfore las vainas (Godoy-Ramón y Morquecho-Morquecho, 2023).



Figura 4. Larva de *Maracayia chlorisalis* en su ultimo estadio causando daño en el esqueje de pitahaya.

Plagas que afectan al tutor vivo *Bursera simaruba*

Brentus anchorago

Es una especie muy ampliamente distribuida por toda América tropical y subtropical, desde Baja California y Florida hasta el norte de Argentina, incluyendo las islas del Caribe. Es una especie asociada al árbol llamado "indio desnudo", *Bursera simaruba* (Figura 5). En los troncos abatidos, podridos o gravemente enfermos de estos árboles, estos escarabajos se congregan a veces en grandes números, refugiándose bajo la corteza suelta. Las larvas viven en el interior de la madera en descomposición de este árbol, alimentándose de ella.



Figura 5. Daños causando por *Brentus anchorago* en tutores de chaká trabajo experimental en Rancho Xamantún, Instituto Tecnológico de Chiná, Chiná, Campeche, México, en mayo 2023.

Eunica monima

Esta especie se encuentra desde el sur de EE.UU. hasta el norte de América del Sur y varias de las islas del Caribe, incluidas Cuba y La Española. Tiene Estado Local, pero es fuertemente migratorio, por lo que ocasionalmente se lo ve en grandes cantidades, presumiblemente como resultado de la inmigración.

Las larvas de *E. monima* afecta directamente las hojas tiernas del tutor vivo *Bursera simaruba* (figura 6) que pudieran afectar en el prendimiento del mismo durante los meses de julio a septiembre que es cuando los árboles retoñan.



Figura 6. Daños de larva de *Eunica monima* en tutores chaká en en Rancho Xamantún, Instituto Tecnológico de Chiná, Chiná, Campeche, México, en agosto 2023.

II. JUSTIFICACIÓN

El trabajo de investigación en proceso pretende generar información sobre el material genético de 4 especies de pitahaya correspondiente a su adaptación en el área experimental en Chiná, Campeche mediante la medición de diferentes variables para su recomendación a productores con manejo agroecológico en sistemas agroforestales. La diversificación de los cultivos como estrategias productivas, agrícolas y pecuarias en el trópico es una necesidad en la búsqueda sistemas agropecuario sustentables tanto de punto de vista social, ecológico y económico. Una de la estrategia es la búsqueda productiva ante la adaptación frente al cambio climático, por el cual para la península de Yucatán en general se pronostican sequias cada vez más fuertes y recurrentes, lo que implica incorporar componentes adaptables a esas condiciones como vía para proveer resiliencia (IPCC, 2013).

Entre las opciones que en Campeche se tienen para enriquecer los sistemas agrícolas y enfrentar los cambios climáticos están las Cactáceas que por sus características han evolucionado para tolerar la sequía. Dentro de estas especies están las pitahayas que incluyen algunos géneros cultivados en el trópico: *Selenicereus* spp., *Hylocereus* spp. *Acanthocereus* spp. y *Stenocereus* spp., en el caso de a la localidad de Chiná y en particular del Rancho Xamantún del Instituto Tecnológico de Chiná se pueden utilizar algunas de estas especies en experimento en campo para evaluar su adaptabilidad en las condiciones locales como una primera evaluación con información viable y comprobable para un sistema productivo local.

III. MATERIALES Y METODOS.

Área de estudio

El estudio se desarrolló en la unidad de producción Rancho Xamantún del Instituto Tecnológico de Chiná, en Chiná, Campeche (19°42' N y 90°25'O y 44 m de altitud, figura 7). En donde predomina, el clima cálido subhúmedo con lluvias en verano (INIFAP, 2017).



Figura 7. Localización de la parcela experimental en Rancho Xamantún, Chiná, Campeche, establecida en mayo de 2023.

Diseño experimental

Se establecieron los esquejes a pie del tutor vivo (*Bursera simaruba*) con un diseño en la parcela experimental de 1.5 entre tutores y 3.5 m de calle (Figura 8). En los cuales se designaron 4 tratamientos con 3 repeticiones en un diseño unifactorial en bloques al azar. Las unidades experimentales fueron 6 plantas de cada especie de pitahaya (*H. undatus*, *H. ocamponis*, *H. megalanthus* y *H. polyrhizus*), respectivamente. Estas fueron plantadas

en los correspondientes tutores dentro de un bloque. Los esquejes se obtuvieron de la empresa Valley Pitahaya de Yotholin, Yucatán, México, un mes antes de la siembra y en condiciones de no enraizamiento previo y debidamente sanitizados con pasta bordelesa. Esto se realiza para evitar la aparición de enfermedades fúngicas o bacterianas al poner los tejidos en contacto con el suelo en contacto con el suelo.

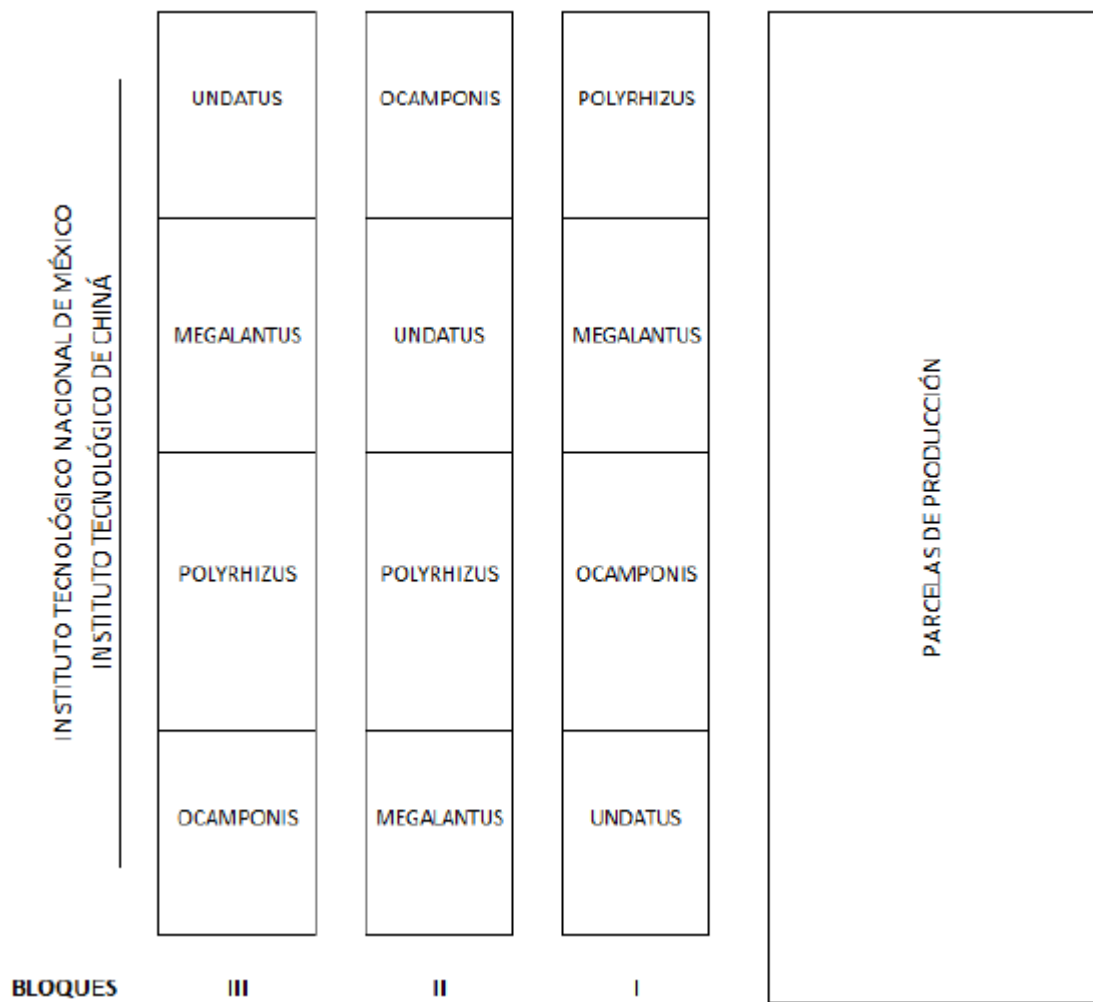


Figura 8. Diseño experimental de las especies de pitahaya del género *Hylocereus* spp establecidos en el Banco de Germoplasma de trabajo en Rancho Xamantún, Instituto Tecnológico de Chiná, Chiná, Campeche, México, en mayo 2023.

Limpieza del área

Se realizaron actividades de la limpieza del terreno, en donde se removieron arbustos, ramas y troncos secos, se sacaron rocas y escombros del área. Se despejó la cerca limitante con el vivero Xamantún y se removió postes de madera, alambrado del lugar. Se midió la parcela, se balizó y excavó hoyos para los tutores de chaká con dimensiones de 1.5 m entre tutor, 3.5 de calle y una profundidad de 0.40 m (figura 9).



Figura 9. Limpieza y balizado del área de experimento en Rancho Xamantún, Instituto Tecnológico de Chiná, Chiná, Campeche, México.

Corte de tutores vivos

Se recorrió el rancho Xamantún en busca de postes de chaká, el corte de tutores fue influenciado por las fases lunares el 8 y 9 de marzo del 2023 en cuarto menguante (figura 10). La influencia de las fases de la luna en la productividad y en la calidad de los cultivos se manifiesta a través el ascenso o descenso de la savia (alimento de la planta), al parecer la luz proveniente de la luna, según la intensidad propia de cada fase, interviene en la germinación y crecimiento de las plantas, debido a que los rayos lunares tienen la capacidad de penetrar a través del suelo.



Figura 10. Corte de tutores vivos en el Rancho Xamantún, Instituto Tecnológico de Chiná, Chiná, Campeche, México.

Establecimiento de tutores vivos

Se colocaron los postes de chaká a una profundidad de 0.4 m de profundidad a los 2 días de ser cortados con la finalidad de aumentar el porcentaje de prendimiento y enraizado (figura 11). Se estableció el último día de la fase lunar cuarto menguante.



Figura 11. Siembra de tutores en la parcela experimental en el Rancho Xamantún, Instituto Tecnológico de Chiná, Chiná, Campeche, México.

Siembra de esquejes e instalación de sistema de riego

Se desinfectó con caldo de ceniza y pasta bordelés, y luego se colocó la planta a una profundidad superficial de 5 cm a pie de tutor. La instalación del sistema de riego se realizó, de forma que la tubería principal de PVC hidráulico cementar de 2 pulgadas de diámetro, se redujo mediante una manguera polietileno negro a $\frac{3}{4}$ pulgada de diámetro, con la finalidad de tener riegos de emergencia durante la estación lluviosa o “temporal” de 2023 (figura 12). Posteriormente, se regó el cultivo únicamente 10 veces durante el periodo de experimento con un sistema de rosetas regulables de riego para minimizar el gasto de agua con la finalidad de hacer uso eficiente de agua. Se podaron todos los brotes primarios del esqueje excepto el principal o mas vigoroso de todos los presentes, que fue el único que se dejó crecer.



Figura 12. Instalación y distribución del sistema de riego en el sistema agroforestal en Rancho Xamantún, Instituto Tecnológico de Chiná, Chiná, Campeche, México, en mayo 2023.

Manejo y análisis de datos

Para generar la base de datos fue necesario realizar mediciones cada 15 días (Figura 13). Para tener una base confiable en cuanto a los datos recolectados, fue necesario llevar a cabo al menos 12 mediciones. Esta medición, se realizó con la ayuda de una cinta métrica donde se midió el crecimiento longitudinal y diámetro de cada planta durante un periodo de 6 meses. En ese mismo lapso de tiempo se monitoreo la supervivencia y mortalidad de los esquejes y tutores de chaká (*Bursera simaruba*). Los datos recabados se vaciaron en una base de datos en Excel con el formato previamente diseñado para obtener las diferencias entre promedios por tratamiento con respecto al crecimiento vegetativo, supervivencia y mortalidad de las especies de pitahaya.



Figura 13. Mediciones del crecimiento vegetativo de cuatro especies del género *Hylocereus* spp. en tutores de *Bursera simaruba* en condiciones edafoclimáticas del Rancho Xamantún, Chiná, Campeche.

IV. RESULTADOS

Caracterización en postes de chaká

Los tutores de *Bursera simaruba* promediaron 1.81 ± 0.08 m (Figura 14) y no presentaron diferencias debidas al tipo de suelo en el que se establecieron (Kruskal-Wallis $H = 5.75$, $p = 0.06$). El diámetro medio de los tutores fue de 12.5 ± 2.2 cm más la desviación estándar (Figura 15). El diámetro de los tutores no fue influenciado por las variaciones en el suelo donde se establecieron ($F = 2.36$, $p = 0.10$).

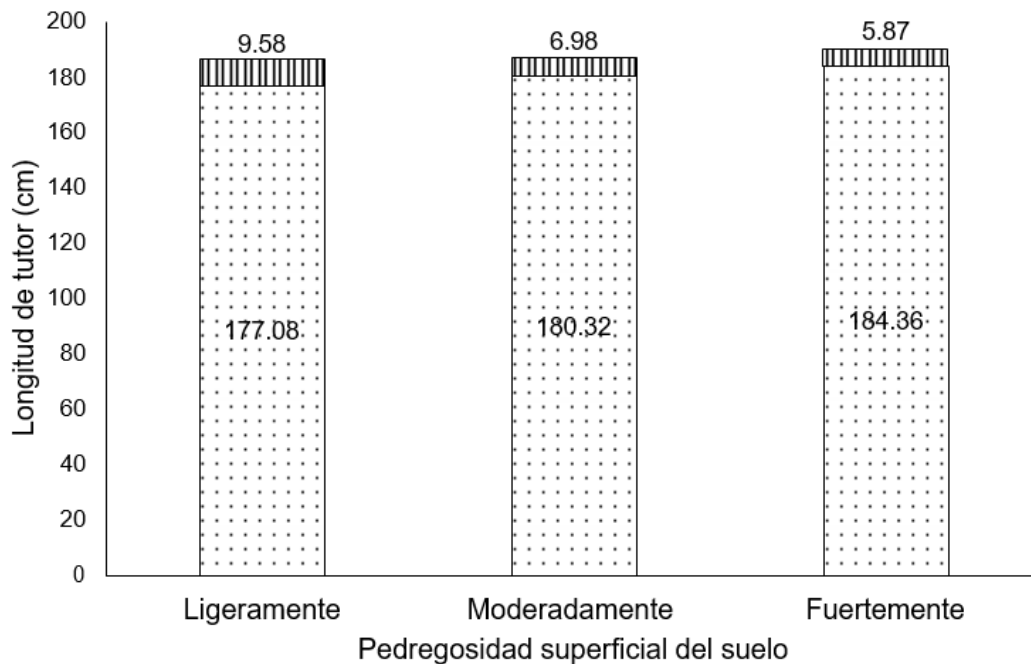


Figura 14. Altura de los tutores de chaká (*Bursera simaruba*) establecidos en el Banco de Germoplasma de trabajo en Rancho Xamantún, Instituto Tecnológico de Chiná, Chiná, Campeche, México.

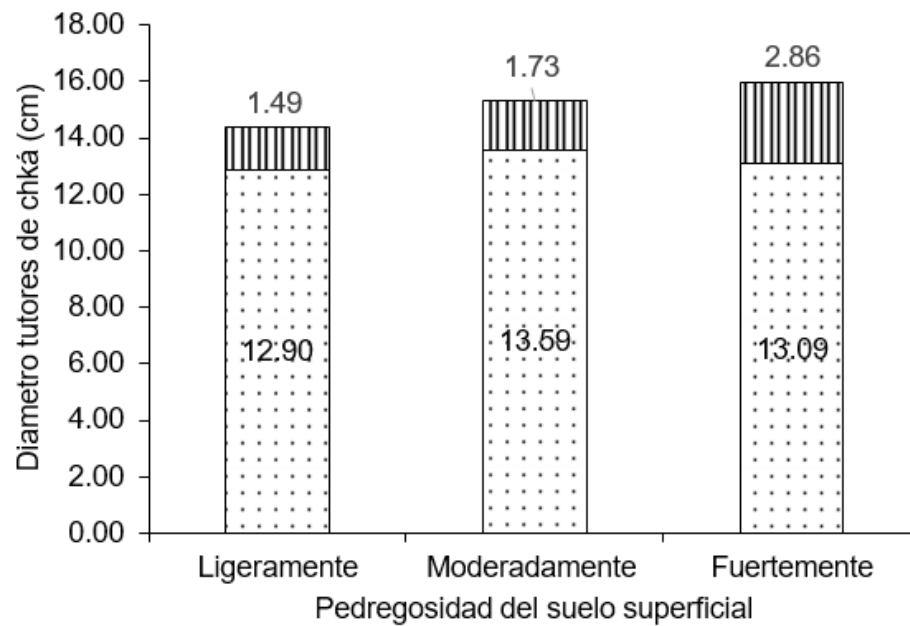


Figura 15. Diámetro de los tutores de chaká (*Bursera simaruba*) establecidos en el Banco de Germoplasma de trabajo en Rancho Xamantún, Instituto Tecnológico de Chiná, Chiná, Campeche, México.

Porcentaje de mortalidad y supervivencia de los tutores vivos

El promedio de la supervivencia de los tutores vivos equivale al 92% lo que representa aceptación como recomendación para el establecimiento de sistemas agroforestales para la producción de *Hylocereus* spp (Figura 16). No hubo diferencia para esta variable debidas a la influencia del suelo donde se establecieron (Kruskal Wallis H=4.14, p=0.13).

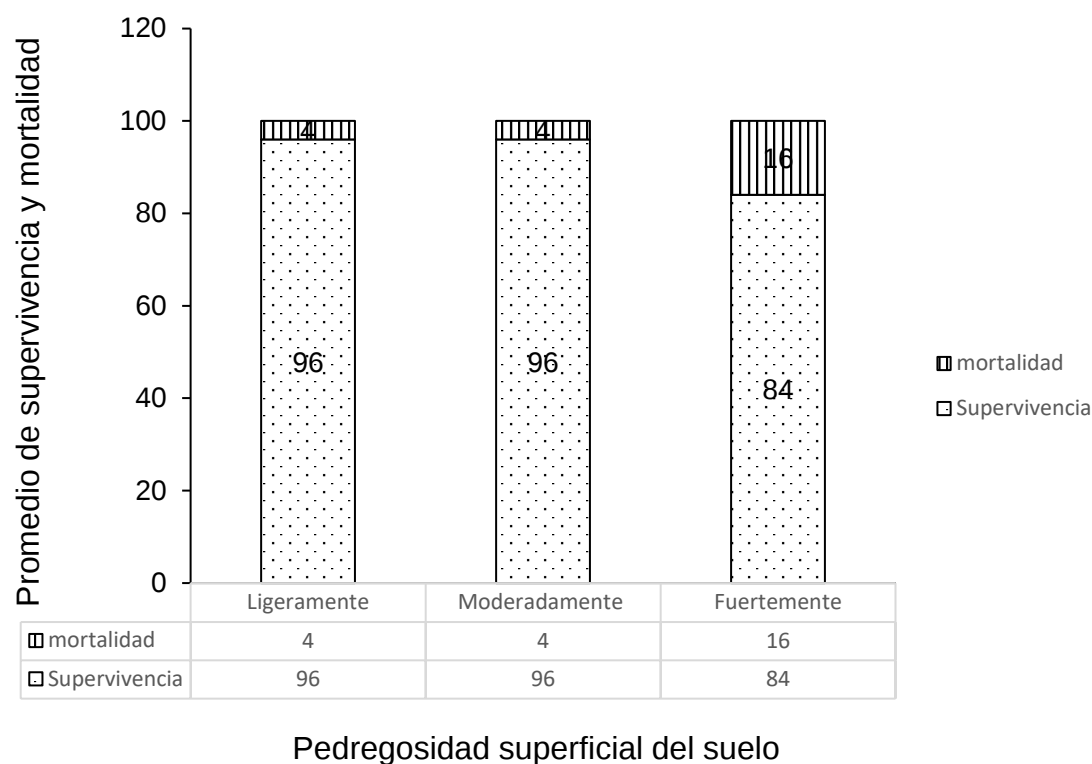


Figura 16. Promedio de supervivencia y mortalidad de tutores vivos de *Bursera simaruba* establecidos en el Banco de Germoplasma de trabajo en Rancho Xamantún, Instituto Tecnológico de Chiná, Chiná, Campeche, México.

El volumen de los tutores de chaká (m^3) y el volumen ajustado con factor de forma longitudinal (Figura 17) favorecen un poco a los tutores establecidos en suelos moderada y fuertemente pedregosos respecto a los tutores plantados en suelos ligeramente pedregosos.

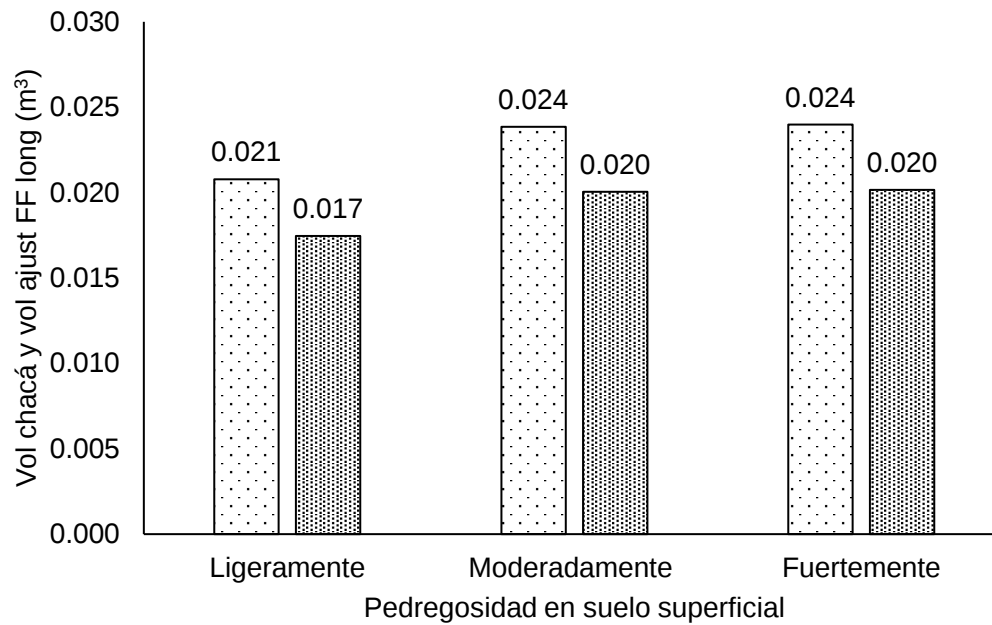


Figura 17. Volumen del tutor vivo *Bursera simaruba* en m^3 y el volumen ajusto FF longitudinal tomados en el experimento en Rancho Xamantún, Instituto Tecnológico de Chiná, Chiná, Campeche, México.

Los resultados de la biomasa y el carbono obtenidos de este experimento se pueden observar en la figura 18 y coincide con el dato obtenido para el volumen de los tutores, en que es ligeramente favorable el crecimiento en suelos con pedregosidad interna de moderada a fuerte respecto a los suelos ligeramente pedregoso.

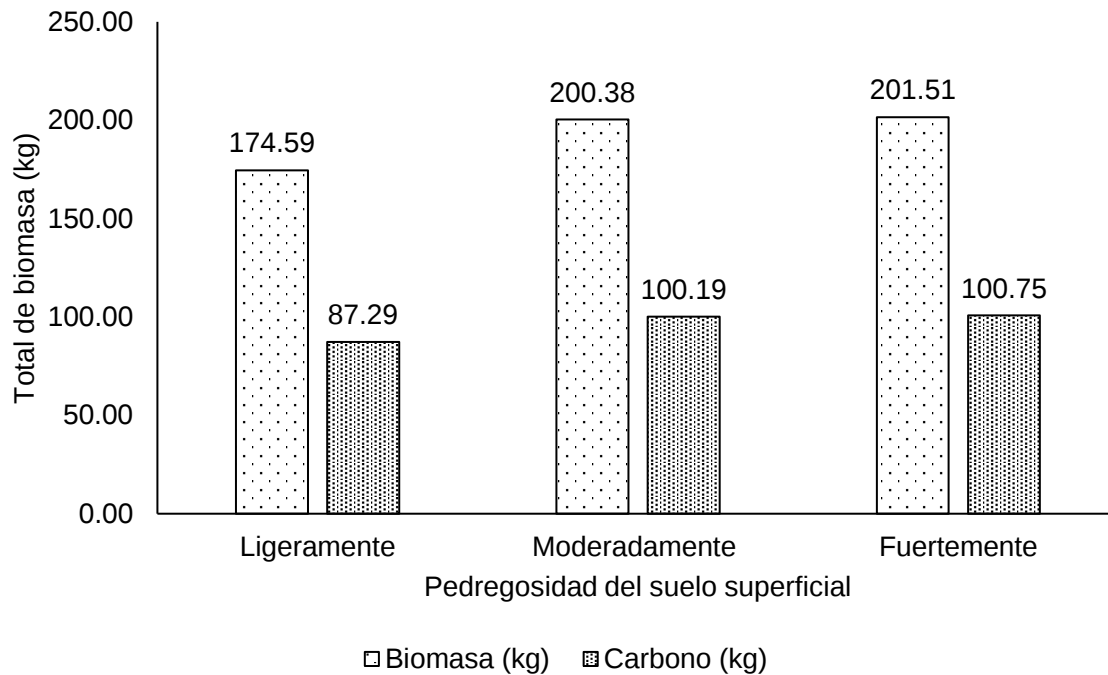


Figura 18. Total de biomasa y carbono obtenida en los tutores vivos de *Bursera simaruba* en el experimento en Rancho Xamantún, Instituto Tecnológico de Chiná, Chiná, Campeche, México.

Mortalidad, supervivencia de la pitahaya (*Hylocereus* spp).

Las variables medidas permitieron determinar la mortalidad y supervivencia de los esquejes de pitahaya (cuadro 2). La mayor mortalidad registrada apenas alcanzó un valor menor al 6%, lo que representada una supervivencia superior al 94 % en todas las especies de pitahayas, lo que significa, que son adaptables bajo las edafoclimáticas del rancho xamantún y recomendable en general para cultivo en agronomía.

Cuadro 2. Porcentaje de prendimiento de las especies de pitahaya del género *Hylocereus* spp.

Especie	Esquejes totales	Esquejes muertos	Mortalidad (%)	Esquejes vivos	Supervivencia (%)
<i>H. undatus</i>	19	1	5.26	18	94.74
<i>H. ocamponis</i>	19	0	0	19	100
<i>H. megalanthus</i>	18	1	5.5	17	94.5
<i>H. polyrhizus</i>	19	0	0	19	100

Crecimiento longitudinal de la pitahaya (*Hylocereus* spp).

El resultado del crecimiento longitudinal de la pitahaya muestreada durante un periodo de 6 meses demuestra que no existe variación en el crecimiento longitudinal significativa ($F=0.04$, $p= 0.99$, Figura 19).

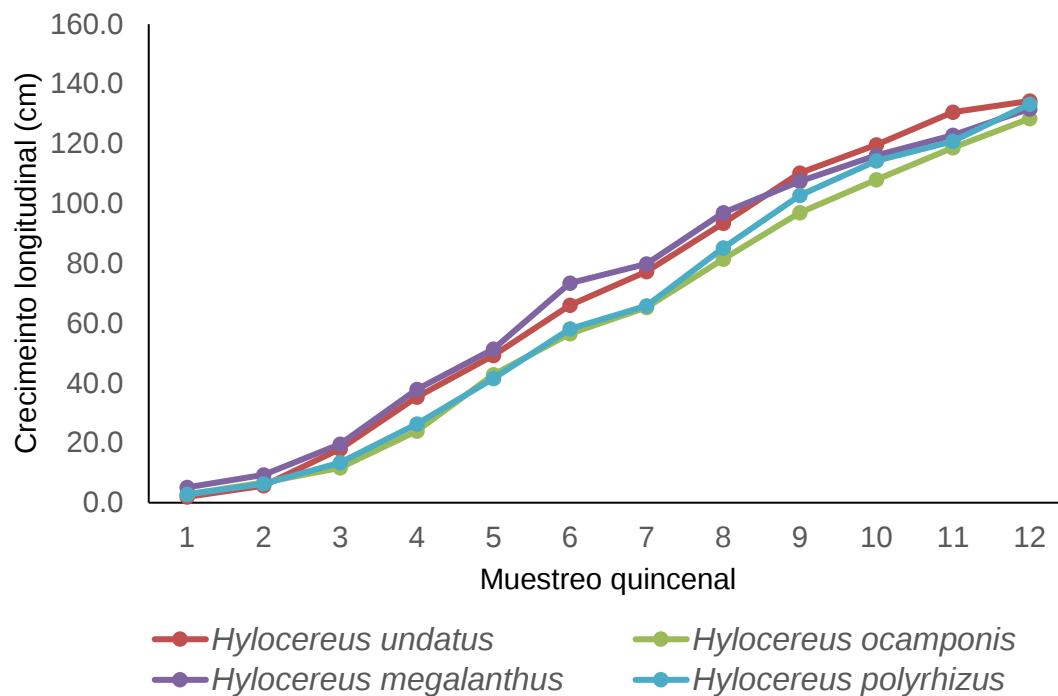


Figura 19. Crecimiento longitudinal de esquejes de pitahaya establecidos en el Banco de Germoplasma de trabajo en Rancho Xamantún, Instituto Tecnológico de Chiná, Chiná, Campeche, México.

Crecimiento del diámetro de la pitahaya (*Hylocereus* spp) en un periodo de 6 meses.

El crecimiento del diámetro de los esquejes de pitahaya en un periodo de 6 meses de establecido en campo con tutores de *Bursera simaruba* no demostró diferencias significativas entre las especies de pitahayas incluidas en el experimento ($F= 1.90$, $p= 0.21$, figura 20). El diámetro fluctúa entre 3.8 cm en *H. polyrhizus* y 4.6 cm en *H. megalanthus*.

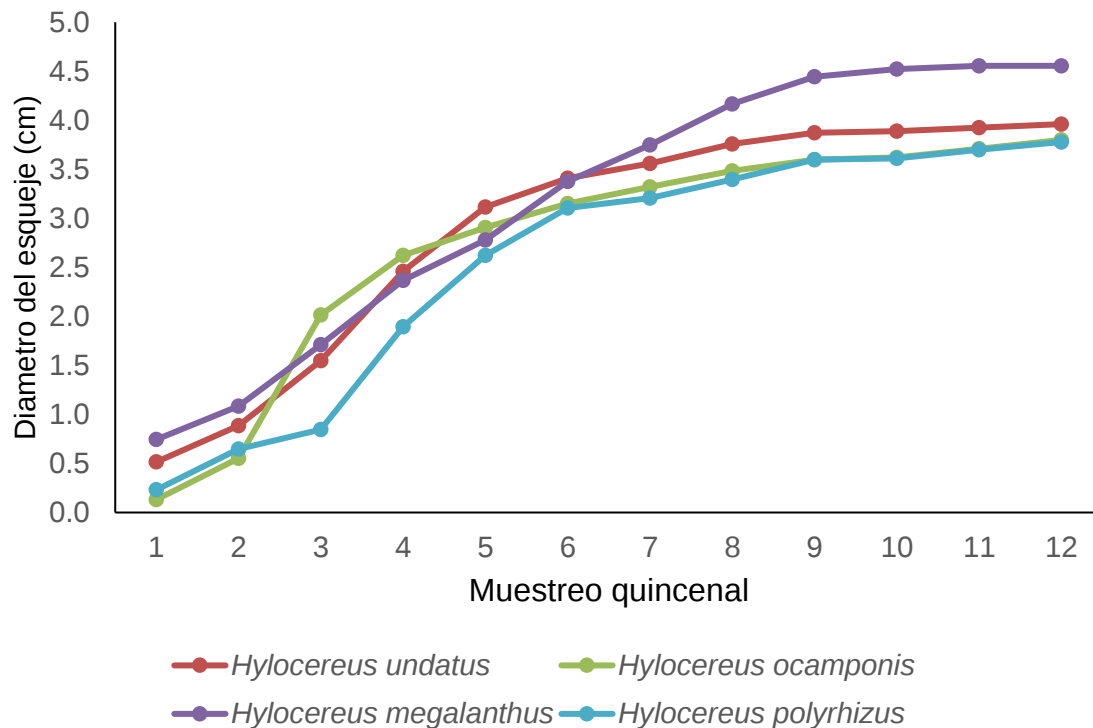


Figura 20. Diámetro de los esquejes de pitahaya establecidos en el Banco de Germoplasma de trabajo en Rancho Xamantún, Instituto Tecnológico de Chiná, Chiná, Campeche, México.

V. DISCUSIÓN

Mortalidad y supervivencia

En el experimento se permitieron tutores con una altura de 20 a 40 cm por encima del metro que sugiere Castillo (1996), que en el experimento realizado obtuvieron una alta supervivencia y baja mortalidad, lo que es aceptable para explotaciones comerciales puesto que disminuye la pérdida de plantas de pitahaya por la caída de los tutores o los gastos adicionales por la reposición de estos en campo. La altura del tutor empleado en este estudio favorece el crecimiento longitudinal del esqueje principal del cual se podría obtener mas brotes para la formación de mayor cantidad de frutos, pero sin exceder la altura a la que estos pueden cosecharse manualmente. Las tres a cuatro ramas por tutor que se dejan crecer en el extremo del mismo, facilitó la distribución equilibrada de los cladodios de las pitahayas reproductivas en la corona, lo que a su vez favoreció la sanidad de la planta, su crecimiento vigoroso y, potencialmente, influirá en la cantidad de flores y frutos que se formen en esta zona. Las podas subsecuentes de las ramas de chaká se harán necesarias periódicamente en la época seca, para mantener abierta el follaje y bien iluminadas las pencas de pitahaya.

La mayor mortalidad registrada apenas alcanzó un valor menor al 6%, lo que representada una supervivencia superior al 94 % en todas las especies de pitahayas, lo que significa, según Vélez-Zambrano y Zambrano-Pino (2022), que estas cactáceas tienen una alta capacidad de establecimiento, con mortalidad inferior al 10% en campo, lo es técnicamente deseable en una explotación para este cultivo. Una explicación a esta situación puede encontrarse en la baja afectación por plagas y enfermedades detectadas en la parcela experimental porque no había sido cultivada antes con cactáceas que pudiesen hospedar a estos organismos nocivos. Tal situación puede cambiar en el futuro.

Longitud del esqueje principal

En el experimento se permitieron tutores con una altura de 10 a 20 cm por encima del metro que sugiere Castillo (1996) evitando tutores de 1.5 m porque según, Félix de Dios,

Castillo Martínez y Caamal Canché (2014) se aprovecha que los retoños broten cerca de la punta de los tutores y se sujetan rápidamente a las horquetas que se forman en el tutor. ayudan a sujetar los tallos de pitahaya. La altura adicional utilizada en este experimento se debe a la consideración técnica de que las ramas productivas de la pitahaya penden incluso más de un metro desde el extremo del tutor o de las horquetas que se forman en este, por lo cual si la altura es menor a un metro estas se arrastrarían y expondrían a la contaminación y al daño tanto al material vegetativo como al fruto.

Diámetro

El diámetro de la penca no difiere entre especies pues la mayoría de estas hemiepífitas tienen similitudes en sus hábitos de crecimiento y dimensiones. Con respecto a *Hylocereus undatus*, Stevens, Ulloa-Ulloa, Pool y Montiel (2001) mencionan que esta especie tiene filocladios triangulares de hasta 3 cm de ancho en cada ala, es decir, hasta cerca de 6 cm de diámetro ligeramente superiores al 4.8 cm registrado para las especies 6 meses de haber sido establecida en campo. Los diámetros reportados en el presente estudio para *H. megalanthus* e *H. undatus* están por debajo de los 8 a 16 cm que afirma haber obtenido Magraner Mifsud (2020). Este trabajo en condiciones de Mediterráneo y sus germoplasmas parecen sido seleccionados y mejorados genéticamente, lo que podría causar la diferencia observadas entre ambas investigaciones.

VI. CONCLUSIÓN

El presente proyecto experimental no presento diferencias significativas en la respuesta adaptativa en cuanto al crecimiento longitudinal y de diámetro entre las especies de pitahaya en condiciones edafoclimáticas del Rancho Xamantún.

La respuesta de prendimiento de los tutores vivos de chaká (*Bursera simaruba*), fue aceptable, dado que el 92% lograron adaptarse en menos de 5 semanas después de plantarse. Solo el 8 % fue dañado por el escarabajo barrenador (*Brentus anchorago*), lo que resulta bajo considerando que no se realizó ningún manejo para la prevención del ataque de la plaga. El chaká demostró ser una especie resiliente a la sequía lo cual resulta importante en su uso como tutor en regiones propensas a este tipos de eventos climatológicos. Es posible que la fase lunar en la que se realizó a siembra (cuarto menguante) pudo haber influenciado el mayor porcentaje de prendimiento.

Las variables medidas en los esquejes de pitahaya solo tuvieron diferencias significativas en el grosor de los esquejes, debido a que las especies *H. megalanthus* y *H. undatus*, seguido por *H. ocamponis* presentan mejor vigorosidad mientras que la especie *H. polyrhizus* presenta tallos delgados y frágiles. Está puede ser una característica agronómica de interés para la elección de las especies mejor adaptadas para zona de estudio.

En general el sistema de cultivo explorado parece factible en su implementación dentro de la zona de Chiná, Campeche, México donde se estableció el experimento. La especie utilizada como tutor demostró alta adaptación y resistencia. Las cuatro especies de pitahaya parecen crecer de manera aceptable y presentan características de supervivencia también muy altas. Todo esto evidencia información útil para el impulso de este sistema agroforestal pero, algunas especies de pitahayas pueden observarse como mejores para la localidad de Chiná.

VIII BIBLIOGRAFIA

- Bauer, R. 2003. A synopsis of the tribe Hylocereeae F. Buxb. Cactaceae Systematics Initiatives 17: 3-63.
http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_nlinks&pid=S2077-9917202000030043900007&lng=en
- Cáliz de Dios, H, Castillo Martínez R y Caamal Canché HJ (2014) Caracterización de la producción de pitahaya (*Hylocereus* spp.) En la zona maya de Quintana roo, México. Agroecología, 9(1y2), 123-132
- Castillo, MR (1996) Contribución al Conocimiento de la Pitahaya (*Hylocereus* spp.). In: Castillo, M. R. y Cáliz de Dios, H. (compiladores). *Memorias del Primer Curso Teórico Práctico sobre el Cultivo de la Pitahaya*. Universidad de Quintana Roo. Chetumal, Quintana Roo, México. 51-55 p.
- Delgado, A., K. I. Lopez & T. Kondo. 2010. Reporte de una mosca del género *Neosilba* McALPINE (Diptera: Lonchaeidae) asociada a la pudrición basal del fruto de la pitahaya amarilla, *Selenicereus megalanthus* (K. Schum. Ex Vaupel) Moran en Colombia. *Boletín del museo de Entomología de la Universidad del Valle*, 11(1):31-33.
- Delgado, A, Kondo T, Imbachi K, Quintero E, Manrique M y Medina J (2010) Biología y algunos datos morfológicos de la mosca del botón floral de la pitahaya amarilla, *Dasiops saltans* (Townsend) (Díptera: Lonchaeidae) en el Valle del Cauca, Colombia. *Boletín del Museo Entomológico de la Universidad del Valle*, 11(2): 1-10.
- De Paula, V, Giuliano J, Queiroz A, De Figueiredo R Y De Albuquerque E (2021) *Pitahaya (Hylocereus spp) Sistema Productivo de Cactus trepadeiras*. Primera Edición. Campina Grande: AREPB. 221p.
- Díaz, R (2015) Asistencia técnica para la mejora o adecuación de paquete tecnológico existente para su aplicación en las parcelas demostrativas de Pitahaya. Consejo Nacional de Competitividad, Santo Domingo, República Dominicana. 9p. Recuperado de: <https://www.competitividad.org.do/wp-content/uploads/2016/05/Manual-Cultivo-de-la-Pitahaya.pdf>

- Esquivel, Patricia. 2004. Los frutos de las cactáceas y su potencial como materia prima. *Agronomía Mesoamericana*. 15(2):215-219.
- García-Barquero, ME y Quirós-Madrugal, O (2010) Análisis del comportamiento de mercado de la pitahaya (*Hylocereus undatus*) en Costa Rica. *Tecnología en Marcha*, 23(2): 14-24. Recuperado de: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/4835523.pdf>
- González-Trujillo, MM, Peraza-Arias RA y Brochero HL (2019). Insectos asociados a cultivos de pitaya amarilla (*Selenicereus megalanthus*) en Inzá, Cauca, Colombia. *Revista Colombiana de Entomología*, 45 (2), e7961. <https://doi.org/10.25100/socolen.v45i2.7961>
- INIFAP (Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias). (2017). Agenda técnica agrícola Campeche (5a ed.). México: INIFAP. [Links]
- IPCC (2013): Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the intergovernmental Panel on Climate Change Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K Allen, Isidro. (2022, 31 agosto). *Brentus anchorago*. [tubiologia.forosactivos.net. https://tubiologia.forosactivos.net/t16473-brentus-anchorago](https://tubiologia.forosactivos.net/t16473-brentus-anchorago)
- Livera, MM, Ortiz HYD, Castillo MR, Castillo GF, Martínez CR, Ramírez DJJ, Valencia BAJ y Carrillo SJA (2010) Pitahaya (*Hylocereus* spp.). problemas, logros y perspectivas. En: Cruz IS, Muratalla A y Kato AT (comps). *La Investigación al Servicio del Campo Mexicano*, edit. Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo, México, pp. 57-59
- Magraner Mifsud, S (2020) Estudio del comportamiento agronómico del cultivo de la pitahaya en condiciones de clima mediterráneo. Tesis ingeniería Agroalimentaria y del Medio Natural, Universidad Politécnica de Valencia, Valencia, España. 61p. Rescatado de: <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/158201/Magraner%20-%20Estudio%20del%20comportamiento%20agron%C3%B3mico%20del%20cultivo%20de%20la%20pitaya%20%28Hylocereus%20hybridum%2C%20H....pdf?sequence=3&isAllowed=y>

- Medina, J.A. y Kondo, T (2012) Listado taxonómico de organismos que afectan la pitaya amarilla, *Selenicereus megalanthus* (K. Schum. ex Vaupel) Moran (Cactaceae) en Colombia. *Revista Corpoica - Ciencia y Tecnología Agropecuaria* 13(1): 41-46. Recuperado de: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5624703.pdf>
- Mizrahi, Yosef and Nerd, Avinoam. 1999. Climbing and columnar cacti: new arid land fruit crops. In Perspectives on new crops and new uses (pp. 358-366). Proceedings of the Fourth National Symposium New Crops and New Uses: Biodiversity and Agricultural Sustainability. Alexandria, Virginia, USA: American Society for Horticultural Science. ISBN 0-9615027-0-3.
- Montesinos Cruz JA, Rodríguez-Larramendi L, Ortiz-Pérez R, Fonseca-Flores MA, Ruíz Herrera G y Guevara-Hernández F (2015) Revisión bibliográfica. Pitahaya (*Hylocereus* spp.) un recurso fitogenético con historia y futuro para el trópico seco mexicano. *Cultivos Tropicales* 36(No. Especial): 67-76. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/pdf/1932/193243640007.pdf>
- Montalvo, EO, Cabal-Prieto A y Ramírez-Rivera EJ (2023) La pitahaya (*Hylocereus* spp.) como alimento funcional: fuente de nutrientes y fitoquímicos. *Milenaria, Ciencia y Arte* 12(21): 5-7. Recuperado de: <https://www.milenaria.umich.mx/ojs/index.php/milenaria/article/download/342/171/2172>
- Morillo-Coronado, AC, Manjarrés-Hernández EH, Pedreros-Benavides MP, Sanabria-Higuera DI, Lizarazo-Forero LM, Morales-Castaño IT, Pérez RN, Ruíz-Rosas ID, Velásquez-Arias JO (sf) Plan de manejo tecnológico del cultivo de la pitahaya. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Tunja, Boyacá, Colombia. 40p. Recuperado de: https://repositorio.uptc.edu.co/bitstream/handle/001/9055/Plan_manejo_tecnologico_o_cultivo_pitahaya.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Nerd, A and Mizrahi Y (1997) Reproductive biology of cactus fruit crops. *Horticultural Reviews* 18:321-346.

- Ortiz, HYD, Acevedo-Ortiz MA, Lugo-Espinosa G (2021) Las chichatanas y pitahayas en la diversificación productiva. ¿Alimentos alternativos complementarios, o defoliadores y trepadoras fuera de control? pp: 1-18
- Ortiz, HYD (1999) *Pitahaya: un nuevo cultivo para México*. edit. Limusa-Grupo Noriega Editores, México. DF, 111 p., ISBN 968-18-5775-5.
- Raveh, E, Weiss J, Nerd A and Mizrahi Y (1993) Pitayas (Genus *Hylocereus*): A new fruit crop for the Negev Desert of Israel. In: Janick, J. and J. E. Simon (eds). *New Crops*. Wiley, New York. pp: 491-495.
- Rodríguez Canto, A (2002) Pitahaya (*Hylocereus undatus*) producción y comercialización en México. *Reporte de investigación* 66. Recuperado de: <https://repositorio.chapingo.edu.mx/server/api/core/bitstreams/e50db277-9fc0-49e4-ac21-fccaf22183ab/content>
- Solano, JPL, Cano MEA y Hernández RG (2005) Diversidad genética en pitahaya (*Hylocereus undatus* Haworth. Britton y Rose). *Revista Fitotecnia Mexicana*, 28(3): 179-185.
- Solomon, JC (2001) Cactaceae Juss. pp 509-519 In W. D. Stevens, C. Ulloa, A. Pool & O. M. Montiel (eds.), *Flora de Nicaragua*. Monogr. Syst. Bot. Missouri Bot. Gard. 85(3)2467-2176.
- Sotelo-Ruiz, ED, Ortiz-Treja C & Rizo-Arellano MI (2020) Áreas potenciales para el cultivo de pitahaya (*Hylocereus undatus* (Haw.) Britt. & Rose) en el sur del Estado de México. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 30(98), 88–97. Recuperado el 3 de diciembre de <https://cienciasforestales.inifap.gob.mx/index.php/forestales/article/view/850>
- Kondo, T, Quintero E.M, Medina J.A, López K.I, Delgado, A, Belline-Manrique M (2013) Insectos plagas de importancia económica en el cultivo de pitaya amarilla. Tecnología para el manejo de pitaya amarilla, *Selenicereus megalanthus* (K. Schum. ex Vaupel) Moran, en Colombia. Recuperado de: <https://www.researchgate.net/publication/247152985>
- Vélez-Zambrano B, JL y Zambrano-Pino GM (2022) Propagación asexual en pitahaya roja (*Hylocereus undatus*) y amarilla (*Selenicereus megalanthus*) en el Valle del Río

Carrizal. Tesis Ingeniería Agrícola, Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí, Calceta, Ecuador. 70 p. Recuperado de: https://repositorio.esпам.edu.ec/bitstream/42000/1710/1/TIC_A03D.pdf

Verona-Ruiz, A, Urcia-Cerna J y Paucar-Menacho LM (2020) Pitahaya (*Hylocereus* spp.): Cultivo, características fisicoquímicas, composición nutricional y compuestos bioactivos. *Scientia Agropecuaria* 11(3): 439-453. DOI: 10.17268/sci.agropecu.2020.03.16

IX. ANEXO

• Limpieza y trazo de la parcela de experimento	
• Corte y establecimiento de tutores de chaká	
• Siembra de esquejes de pitahaya e instalación de riego	
• Elaboración de composta y Bocashi	

Monitoreo de prendimiento de <i>Bursera simaruba</i>	
Aplicación de fertilizante y medición de los nuevos brotes de pitahaya.	
Aplicación de caldo de ceniza para el control de plagas	
Control de malezas	

Control de enfermedades en el cultivo	
Imagen del sistema Agroforestal de cultivo de pitahaya con tutores vivos de chaká (terminación de residencia)	