

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO**

**DIVISIÓN DE INGENIERÍA**

**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DEL SUELO**



**Título:**

**Adaptación de la pitahaya *Hylocereus undatus* en un área semidesértica en Saltillo, Coahuila.**

Presentada por:

**CHRISTIAN EDUARDO AGUILAR NUÑEZ**

**TESIS**

Presenta como requisito parcial para obtener el título de:

**INGENIERO AGRÍCOLA Y AMBIENTAL**

**Saltillo, Coahuila, México,**

**Diciembre 2022**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO**

**DIVISIÓN DE INGENIERÍA**

**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DEL SUELO**

**Título:**

**Adaptación de la pitahaya *Hylocereus undatus* en un área semidesértica  
en Saltillo, Coahuila.**

**Presentada por:**

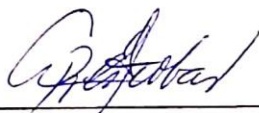
**CHRISTIAN EDUARDO AGUILAR NUÑEZ**

**TESIS**

**Como requisito parcial para obtener el título profesional de:**

**INGENIERO AGRÍCOLA Y AMBIENTAL**

**Aprobada por el comité de asesoría:**



M.C. Alejandra Rosario Escobar Sánchez

**Asesor Principal**



M.C. Etelberto Cortez Quevedo

**Coasesor**



Dr. Ernesto Concilco Alberto

**Coasesor**

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE INGENIERÍA

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DEL SUELO

Título:

**Adaptación de la pitahaya *Hylocereus undatus* en un área semidesértica  
en Saltillo, Coahuila.**

Presentada por:

**CHRISTIAN EDUARDO AGUILAR NUÑEZ**

**TESIS**

Y que somete a consideración del H. Jurado Examinador como requisito parcial  
para obtener el título profesional de:

**INGENIERO AGRÍCOLA Y AMBIENTAL**

**APROBADA**

M.C. Alejandra Rosario Escobar Sánchez

**Presidente**

M.C. Etelberto Cortez Quevedo

**Vocal**

Dr. José Antonio Hernández Herrera

**Vocal**

M.C. María Martha Olvera Rivera

**Vocal suplente**



M.C. Sergio Sánchez Martínez

**Coordinador de la División de Ingeniería**

## DECLARATORIA NO PLAGIO

Saltillo, Coahuila, México, diciembre, 2022

### DECLARO QUE:

El trabajo de investigación titulado **Adaptación de la pitahaya *Hylocereus undatus* en un área semidesértica en Saltillo, Coahuila.**, que es una producción personal, donde no se ha copiado, replicado, utilizado ideas, citas integrales e ilustraciones diversas, obtenidas de cualquier tesis, obra intelectual, artículo, memoria, (en versión digital o impresa), sin mencionar de forma clara y exacta su origen o autor.

En este sentido, lo anterior puede ser confirmado por el lector, estando consciente de que en caso de comprobarse plagio en el texto o que no se respetaron los derechos de autor; esto será objeto de sanciones del Comité Editorial y/o legales a las que haya lugar, quedando, por tanto, anulado el presente documento académico sin derecho a la aprobación del mismo, ni a un nuevo envío.

**Christian Eduardo Aguilar Nuñez**

**Nombre**

---

**Firma**

## AGRADECIMIENTOS

Le agradezco a Dios por haberme otorgado una familia maravillosa, quienes han creído en mí siempre, dándome ejemplo de superación, humildad y sacrificio; enseñándome a valorar todo lo que tengo. A todos ellos dedico el presente trabajo, porque han sido parte de mi preparación, superación y crecimiento en la vida.

**A mis padres Minerva Nuñez Angón e Hilarino Aguilar Sarmiento:** por confiar en mí, apoyarme en cada una de mis decisiones y obstáculos que tuve durante mi formación y, por hacer todo lo posible para culminar mi carrera profesional. Por enseñarme los valores de la vida y guiarme con su claro ejemplo.

**A mi ALMA TERRA MATER:** por darme la oportunidad de estudiar una carrera en sus instalaciones siendo una de las mejores universidades del país, me siento afortunado y eternamente agradecido por todo el apoyo que me brindo para ejercer una profesión de calidad sin importar la situación socioeconómica.

**A mis hermanos Alejandro, Luis Enrique y Javier:** por su apoyo y orientación incondicional para culminar mi profesión, ya que sin ellos mi estancia en la ciudad de Saltillo no sería posible.

**A mi asesor la M.C. Alejandra Rosario Escobar Sánchez:** por haberme guiado en la realización de este trabajo de investigación, por su tiempo y dedicación para la comprensión en cada uno de los procesos que se generó durante el experimento.

**A mis coasesores** por su apoyo y orientación en los trabajos de campo y laboratorio. Además, de guiarme para ser un mejor profesional en el ámbito laboral.

**A mis maestros:** quienes son su ejemplo y conocimientos me inspiran en ser un mejor profesionista y prepararme constantemente para dar un servicio con sentido humano.

**A mis amigos:** Wulfrano, Diana, Luis Enrique, Flor, Omar, Adalberto, Rafael, María Elena, Cristian Yovanny, Irving, Cesar y Braulio por haber coincidido en esta travesía y haber compartido momentos que siempre recordare.

## **DEDICATORIA**

### **A mis padres Minerva Nuñez Angón e Hilarino Aguilar Sarmiento.**

Les dedico este trabajo con todo el cariño por ser los mejores padres que la vida me pudo dar, porque desde pequeño me inculcaron a trabajar y dar lo mejor de mí en cualquier situación que estuviese. Les doy las gracias por impartirme valores, las ganas de salir adelante y sobre todo darme la oportunidad de ejercer una profesión, ya que a pesar en la situación económica que se encontraban hicieron todo lo posible para que tuviera un grado de estudio alto.

### **A mi familia**

Quienes desde que era aspirante a ingresar a la universidad estuvieron conmigo aportando con su granito de arena y me impulsaron a seguir con mi profesión hasta conseguirla.

### **A mi hija Aranza Slendy Aguilar Pérez**

Por ser mi motor para seguir adelante y poder culminar mis estudios, ya que a través de la distancia siempre me mostro su cariño y siempre estuvo para mí en los mejores y peores momentos.

**A mis maestros:** quienes son su ejemplo y conocimientos me inspiran en ser un mejor profesionista y prepararme constantemente para dar un servicio con sentido humano.

## ÍNDICE GENERAL

	Pág.
<b>AGRADECIMIENTOS</b> .....	IV
<b>DEDICATORIA</b> .....	V
<b>I. INTRODUCCIÓN</b> .....	1
<b>II. OBJETIVOS</b> .....	3
<b>2.1. OBJETIVO GENERAL</b> .....	3
2.1.1. Objetivos específicos .....	3
<b>2.2. HIPÓTESIS</b> .....	3
<b>III. REVISIÓN DE LITERATURA</b> .....	4
3.1. Generalidades de la pitahaya. ....	4
3.2. Descripción morfológica de la pitahaya.....	5
3.3. Requerimientos edafoclimáticos de la pitahaya. ....	8
3.4. Distribución de la pitahaya en México.....	9
3.5. Plagas y enfermedades. ....	10
3.6. Aporte nutricional.....	12
3.7. Importancia de la pitahaya.....	12
3.8. Comercialización la pitahaya. ....	13
3.9. Subproductos de la pitahaya. ....	15
<b>IV. MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....	16
4.1. Ubicación del experimento.....	16
4.2. Estudio del suelo. ....	17
4.3. Preparación del suelo. ....	18
4.4. Material vegetativo de pitahaya. ....	19
4.5. Trasplante de la pitahaya.....	20
4.6. Manejo del cultivo. ....	21
4.6.1. Fertilización. ....	21
4.6.2. Prevención de enfermedades. ....	21
4.6.3. Agua aplicada a las plantas. ....	22
4.7. Tratamientos aplicados.....	22
4.7.1. Acolchado de nuez. ....	24
<b>V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b> .....	25
5.1. Aspectos edafoclimáticos. ....	25
5.2. Abonos orgánicos líquidos.....	28
5.3. Comportamiento del acolchado de nuez.....	31
<b>VI. CONCLUSIÓN</b> .....	33
<b>VII. BIBLIOGRAFÍA</b> .....	34

## ÍNDICE DE CUADROS

	Pág.
<b>Cuadro 1.</b> Clasificación taxonómica de la pitahaya ( <i>Hylocereus spp.</i> ) .....	4
<b>Cuadro 2.</b> Principales plagas en la pitahaya (López y Guido, 2014). .....	11
<b>Cuadro 3.</b> Principales enfermedades de la pitahaya (López y Guido, 2014). ...	11
<b>Cuadro 4</b> Composición nutricional de la pulpa de pitahaya <i>Hylocereus</i> . .....	12
<b>Cuadro 5.</b> Principales países productores de pitahaya en el mundo.....	14
<b>Cuadro 6.</b> Formas de uso e industrialización de la pitahaya. ....	15
<b>Cuadro 7.</b> Información detallada en cada una de las muestras.....	18
<b>Cuadro 8.</b> Resultados finales por cada tratamiento.....	29
<b>Cuadro 9.</b> Comparación de resultados con el acolchado de nuez.....	31



## ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
<b>Figura 1.</b> Planta de la especie <i>H. undatus</i> . Foto tomada por (Fabrice V. y Fabrice Le B.2006).....	6
<b>Figura 2.</b> Fruto de la pitahaya <i>H. undatus</i> . Foto tomada por (Fabrice V., Fabrice Le B.2006).....	7
<b>Figura 3.</b> La distribución de la pitahaya de las especies <i>Hylocereus</i> (García y Vargas,2015).....	10
<b>Figura 4.</b> Área donde se implementó la plantación de la pitahaya <i>H. undatus</i> .16	16
<b>Figura 5.</b> Establecimiento de postas como guías. ....	19
<b>Figura 6.</b> Preparación de la planta para ser trasplantada.....	20
<b>Figura 7.</b> Trasplante de la pitahaya a suelo abierto.....	21
<b>Figura 8.</b> Aplicación de los abonos orgánicos líquidos. ....	23
<b>Figura 9.</b> Implementación de acolchado de nuez a campo abierto.....	24
<b>Figura 10.</b> Disminución de temperatura por mes.....	26
<b>Figura 11.</b> Protección de la planta ante la disminución de temperatura. ....	26
<b>Figura 12.</b> Cantidad de agua precipitada de mes de junio a octubre.....	27
<b>Figura 13.</b> Plantas afectadas por las enfermedades .....	28
<b>Figura 14.</b> Crecimiento por cada una de las plantas. ....	30

## RESUMEN

La pitahaya *Hylocereus* es un frutal perenne perteneciente a la familia Cactaceae, es conocida con otros nombres en diferentes partes del mundo. Es originaria del continente americano, aunque su distribución en el mundo cada vez es más extendida, principalmente en regiones donde predomina el ambiente tropical y subtropical, que es la condición donde se desarrolla de forma natural. El objetivo fue establecer la pitahaya del género *Hylocereus undatus* a suelo abierto en condiciones de baja calidad de nutrientes en un área semidesértica. El trabajo se realizó en las instalaciones de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro detrás del departamento de ciencias del suelo, que se encuentra en la colonia Bellavista, municipio de Saltillo en el estado de Coahuila de Zaragoza. Se desarrolló en una zona donde antes era un basurero, por lo que, se pensó en darle otro tipo de uso con una actividad productiva. El terreno donde se estableció la pitahaya tiene un ancho de 3.30 metros y un largo de 30 metros. Cabe mencionar que la implementación de esta planta exótica no tiene antecedentes, por lo que, es el primer trabajo relacionado con una adaptación en todo el municipio de Saltillo. Establecer este tipo de planta en un área semidesértica sería un gran avance, dado a los beneficios social-económicos positivos que puedan tener el cultivo. Los datos obtenidos de los factores edafoclimáticos fueron recabados en laboratorio y área donde se desarrolló el trabajo, para que después los análisis y graficas se realizaran en el programa Excel.

**Palabras clave:** *Hylocereus undatus*, adaptación, área semidesértica, falta de nutrientes.

## I. INTRODUCCIÓN

La pitahaya (*Hylocereus spp.*) es un frutal perenne perteneciente a la familia Cactaceae, es conocida con otros nombres en diferentes partes del mundo. Es originaria del continente americano, aunque su distribución en el mundo cada vez es más extendida, principalmente en regiones donde predomina el ambiente tropical y subtropical, que es la condición donde se desarrolla de forma natural (Verona-Ruíz et al., 2020).

Debido a la morfología de la planta de pitahaya, que carece de soporte por sí misma, tiende a tener comportamiento trepador, puesto que, requiere de un soporte adicional para mantenerse rígida.

Las condiciones del medio en donde pueden desarrollarse las plantas de pitahaya pueden ser poco específicas, lo que aumenta la posibilidad de su explotación, además, de que es una especie con gran resistencia a condiciones adversas (Osuna-Enciso et al., 2016).

La popularidad de la pitahaya en el mundo ha ido en aumento debido a los diversos usos y beneficios del fruto, como su atractivo sabor y su peculiar apariencia física (García-Rubio et al., 2015), por ser fuente de importantes sustancias en la industria (Rizvi et al., 2021), como alimento, y los beneficios que aporta para la salud (Liao et al., 2021; Ceren-López, 2020) o por ser una planta considerada de ornato (Verona-Ruíz et al., 2020), además por el valor comercial que representa y ser fuente de empleo (Esquivel y Arasa, 2012).

Diversos estudios se han realizado para investigar aspectos relacionados con la pitahaya, por ejemplo, su caracterización, sistemas de producción, propiedades del fruto (Martínez-Cruz et al., 2022; Verona-Ruíz et al., 2020), sobre el manejo más adecuado de los frutos y su comercialización (García-Rubio et al., 2015), la influencia que tienen los factores ambientales sobre su desarrollo y producción o el tipo de variedad cultivada (Mongue-Pérez y Loria-Cota, 2022).

Sin embargo, hace falta estudiar todavía muchos aspectos que aclaren el conocimiento respecto de los sistemas de producción y su desarrollo en cada

región, los efectos del ambiente, el uso más adecuado de los recursos disponibles y buscar una mejor explotación de la pitahaya como cultivo.

Por lo que se pretende buscar la adaptación de la planta en un área semidesértica sabiendo que su desarrollo óptimo es de áreas tropicales y que el suelo donde se estableció el trabajo es de baja calidad de nutrientes.

## II. OBJETIVOS

### 2.1. OBJETIVO GENERAL

Establecer la pitahaya del género *Hylocereus undatus* a campo abierto en condiciones de baja calidad de nutrientes en un área semidesértica.

#### 2.1.1. Objetivos específicos

- Valorar los componentes edafoclimáticos durante la adaptación de la planta.
- Evaluar el rendimiento de dos abonos orgánicos líquidos durante la adaptación de la planta.
- Comparar el cambio edáfico donde se aplicó sustrato y acolchado de paja a suelo abierto.

### 2.2. HIPÓTESIS

- Las condiciones edafoclimáticas que se encuentran en el área de estudio será un impedimento para que la pitahaya no pueda adaptarse en su totalidad.
- La falta de nutrientes en el suelo será un factor a tomar para que la planta no pueda desarrollarse.

### III. REVISIÓN DE LITERATURA

#### 3.1. Generalidades de la pitahaya.

La pitahaya *Hylocereus* puede ser conocida por distintos nombres a lo largo del globo, por ejemplo, en Perú es conocida como fruto del dragón, en Venezuela y Puerto Rico como flor de cáliz, en los países anglohablantes se le conoce como Dragón fruit.

Respecto del origen del género *Hylocereus* se han encontrado diversos autores que coinciden en que es México (Verona-Ruíz et al., 2020), en el centro del continente americano (Monge-Pérez y Loria-Coto, 2022), así como otros indican que la India también podría ser cuna de este frutal (Tomas de Oliveira et al., 2021). Según Verona-Ruíz et al. (2020) la clasificación taxonómica de la pitahaya puede observarse en el cuadro 1.

---

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

---

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

Actualmente, el género *Hylocereus* se cultiva en países como México, Guatemala, Nicaragua, Colombia, Costa Rica, Venezuela y Perú, dentro del continente americano, por otro lado, se ha distribuido a países de otros continentes, como es el caso de Australia, Tailandia, India, China, Taiwan, Filipinas, Malasia, Vietnam, Indonesia, Camboya, Israel, entre otros (Ortiz-Hernández y Carrillo-Salazar, 2012).

Se ha mencionado que existen diversas especies cultivadas de *Hylocereus*, aunque se pueden encontrar algunas consideradas silvestres y otras muy poco cultivadas (Raffo-Folleco et al., 2021), se ha inferido la posibilidad de sean aproximadamente 14 o 16 las pertenecientes a este género, de las cuales, las más cultivadas en el mundo son 4: *H. undatus*, *H. monacanthus*, *H. costaricensis* y *H. megalanthus*. Sin embargo, en México las especies predominantes son *H. undatus* (Berger) Britton y Rose, *H. purpussi* (Weing) Britton y Rose, *H. triangularis* (L.) Britton y Rose y *H. ocamponis* (Salm-Dyck) Britton y Rose, y para su explotación aún se continúa utilizando tecnología básica, a diferencia de países como Israel, Malasia, Tailandia y Estados Unidos (Ortiz-Hernández y Carrillo-Salazar, 2012).

### **3.2. Descripción morfológica de la pitahaya.**

La pitahaya es una planta perenne de un desarrollo rápido que dependiendo de las condiciones que se encuentre, lograr tener un óptimo crecimiento. Se puede considerar epífita por el crecimiento que tiene en copas de los árboles, sin embargo, en un futuro se dirigen sus raíces al suelo y se convierten en hemiepífita. Al igual, tienen hábitos de crecimiento rupestres por tener un desarrollo en rocas o peñascos (Zúñiga-Rizo, 2016).



**Figura 1.** Planta de la especie *H. undatus*. Foto tomada por (Fabrice V. y Fabrice Le B.2006).

La planta de la pitahaya presenta forma triangular, carnosa y de tallos verdes articulados. Sus tallos están compuestos de tres alas onduladas con márgenes, cada segmento del tallo puede medir hasta 6 m, algunas variedades pueden presentar más espinas que otras. La planta puede contener raíces que crecen desde la parte inferior de los tallos (raíces aéreas), son las que proporcionan sostén para que las plantas se sujeten en otras superficies (Verona-Ruíz et al., 2020).

Las flores de la pitahaya suelen ser de forma acampanada, es muy aromática, tiende a abrirse durante la noche y se marchita durante el día; la coloración puede variar, sin embargo, por lo general, es verdosa en el exterior y blanquecino en su interior, pueden medir de largo y ancho, aproximadamente 30 y 23 cm, respectivamente (Zee et al., 2004; Verona-Ruíz et al., 2020). En condiciones



naturales, la polinización se lleva a cabo por acción de los murciélagos o polillas de halcón (Verona-Ruíz et al., 2020).

Los periodos de floración de la pitahaya pueden ser variable dependiendo de las condiciones de cada región, aunque, se ha observado que factores como la precipitación y las temperaturas altas están estrechamente relacionadas con este proceso. En algunas especies como *H. undatus* pueden presentarse flores grandes, que pueden ser blancas o rosadas, con un diámetro que puede llegar hasta 34 cm y de 20 a 30 cm de longitud (Osuna-Enciso et al., 2016).

En este sentido, se ha encontrado que pueden ocurrir de cuatro a siete ciclos de floración en un periodo de ocho meses, a excepción de algunas especies como *H. undatus* que requieren de días largos para florecer u otras como en Israel que mantienen la floración continua; los factores de importancia que promueven la floración son la precipitación y la temperatura (Osuna-Enciso et al., 2016); Calix de Dios et al. (2005), apoya la idea de que los ciclos de floración pueden depender de las condiciones de la región durante un año.



**Figura 2.** Fruto de la pitahaya *H. undatus*. Foto tomada por (Fabrice V., Fabrice Le B.2006).

Los frutos de la pitahaya tienen forma elipsoidal, puede tener un diámetro de hasta 12 cm según la especie y variedad; debido a su forma física y sabor agridulce es considerado un fruto exótico, en su exterior (cáscara) puede observarse bractéolos, estructuras en forma de orejas con una consistencia cerosa, la parte de la pulpa es jugosa, carnosa, con una miríada de semillas brillantes dispersas homogéneamente en toda la pulpa (Verona-Ruíz et al., 2020); aunque pueden presentarse variantes según la especie (Warusavitharana et al., 2017). Pueden encontrarse coloraciones variadas, desde tonos rojizos hasta los púrpuras (Verona-Ruíz et al., 2020).

Las plantas pueden ser cultivadas por esquejes comienzan a producir sus primeros frutos al año o a los dos años, dependiendo de la temporada en que se establezca. Su vida reproductiva es muy prolongada, ya que muchos de estos esquejes producen raíces con las que renuevan o crean condiciones para convertirse en nuevas plantas (Rodríguez et al., 1993; Castillo et al, 1996).

El sistema de siembra es de forma tradicional ya que consiste en plantar dos tallos sin raíces al pie y alrededor del tutor, enterrando de 5 a 10 centímetros. En cuanto vayan creciendo se tienen que sujetarlos junto al tutor, para ayudar así a la planta a tener un mejor crecimiento (López y Guido, 2014).

### **3.3. Requerimientos edafoclimáticos de la pitahaya.**

La pitahaya tiene una amplia capacidad de adaptación ecológica y se encontró en distintos ambientes (García y Vargas,2015).

Este tipo de planta pueden crecer en suelos preferentemente francos-arenosos, húmedos, con un drenaje óptimo, buen porcentaje de materia orgánica y, adaptables en suelos secos y pedregosos con pH ligeramente ácido de 5.5-6.5. La pitahaya puede tener un buen crecimiento en clima cálidos subhúmedos, aunque, también se desarrollan en climas secos. Siendo de 17 °C – 30°C, las temperaturas óptimas para su crecimiento tomando en cuenta que no soporta temperaturas bajas (Barceras y Jiménez, 2002).

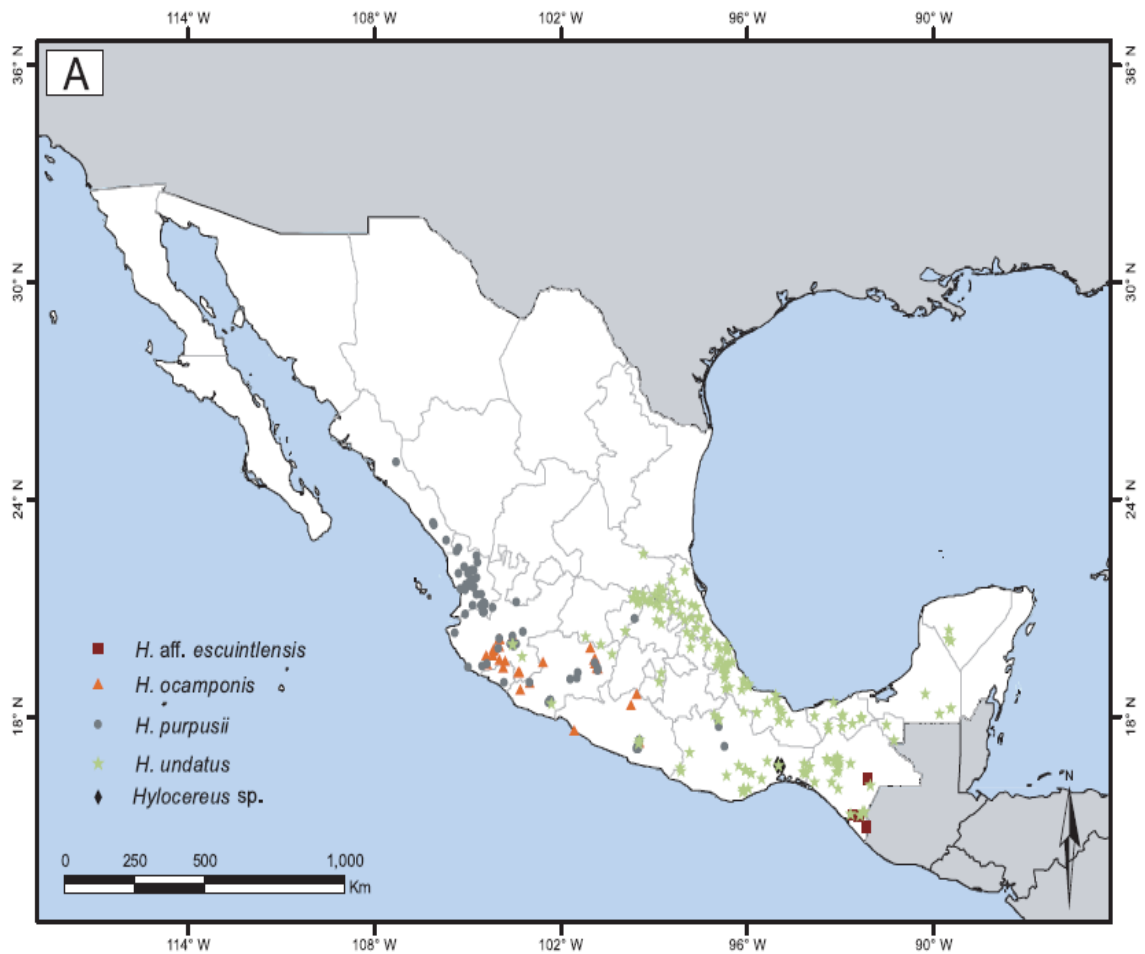
Se puede considerar que las precipitaciones perfectas para que la planta crezca de la mejor manera serían desde los 500 a 700 mm/año. Cabe de mencionar, que durante la floración tiene que precipitar de forma moderada, ya que si son severas las flores se pueden caer y habrían pérdida de frutos. La iluminación, es otro requerimiento muy importante para el desarrollo de las diferentes fases fisiológicas, por lo que, tener una adecuada iluminación estimula a tener una mejor brotación de las yemas florales. Sin embargo, un exceso de esa radiación solar puede quemar o perjudicar a la planta. Al igual, que dejarlas mucho tiempo en la sombra pueden tener bajos rendimientos (López y Guido, 2014).

La mejor época para establecer las plantas de pitahaya en el campo es cuando las lluvias son abundantes, generalmente entre junio y julio y de septiembre a noviembre. Las plantas que no exhiben un adecuado crecimiento vegetativo durante los primeros tres meses deben ser reemplazadas (Calix de Dios, et al, 2016).

### **3.4. Distribución de la pitahaya en México.**

Las pitahayas, como toda la familia botánica de las cactáceas, son originarias del continente americano. De acuerdo a su distribución actual, es en México, Centroamérica y el Caribe en donde existe mayor número de especies, lo cual quiere decir que es el área donde se originó (Olvera-Gonzalez, 2000)

La distribución natural de las especies *Hylocereus* en México es muy amplia ya que se presentan en 21 estados de la república, más al norte en Sinaloa y al sur en Quintana Roo, abarcando así la cordillera pacífica y porciones tropicales del Golfo, pasando por el occidente. La especie *Hylocereus undatus* crece en 15 estados de la república, siendo la especie con mayor presencia en el país, por ende, confluyen en el eje volcánico transmexicano, cuenca del Balsas y Sierra Madre del Sur. La especie *H. undatus* se desarrolla hacia el centro y sureste del país en bosques tropicales perennifolio y subcaducifolio (García y Vargas, 2015), como se representa en la siguiente figura.



**Figura 3.** La distribución de la pitahaya de las especies *Hylocereus* (García y Vargas,2015).

### 3.5. Plagas y enfermedades.

La pitahaya o la fruta del dragón puede verse afectada por diversas plagas y enfermedades que pueden afectar el desarrollo y la producción, con ello, reduce las cantidades comerciales de la fruta. Poco se sabe sobre las plagas y enfermedades que afectan el cultivo de la pitahaya en México. Toda la información sobre plagas y enfermedades es muy escasa, pero es importante tenerlas en cuenta para evitar problemas graves (Zúñiga-Rizo,2016), como se muestran en los siguientes cuadros según (López y Guido, 2014). Donde nos mencionada la parte donde afecta y la época de año que ataca a la planta desde que esta planta en campo.

Nombre común.	Nombre científico.	Estado en que ataca.	Parte que afecta.	Tipo de daño.	Época de mayor ataque.
Chinches	<i>Leptoglossus zonatus</i>	Adultos	Tallo	Muerte de tejido y deformaciones en frutos	Todo el año.
Picudo Negro	<i>Metammasius spp.</i>	Gusano o larva.	Tallo	Tallos perforados	Nov.-junio.
Hormigas negras	<i>Solenopsis spp.</i>	Adultos	Tallos tiernos y flores.	Rotura de la cascara en frutos.	Todo el año.

**Cuadro 2.** Principales plagas en la pitahaya (López y Guido, 2014).

Nombre común	Nombre científico	Síntomas	Época de mayor incidencia
Bacterias o pudrición blanda.	<i>Erwinia carotovora</i>	Inicia con manchas amarillas llegando a cubrir todo el tallo hasta ocasionar una pudrición acuosa.	Periodo lluvioso
Ojo de pescado	<i>Dothiorella spp.</i>	Manchas circulares de color café con puntos rojos como un ojo de pez el cual llega a cubrir casi todo el tallo.	Todo el tiempo
Antracnosis	<i>Colletotrichum spp.</i>	Ataca tallos y frutos presentando manchas secas y hundidas color negro.	Todo el tiempo

**Cuadro 3.** Principales enfermedades de la pitahaya (López y Guido, 2014).

### 3.6. Aporte nutricional.

La pitahaya es un fruto exótico de color y sabor, ya que contiene vitamina C y ayuda al fortalecimiento de huesos, dientes y glóbulos rojos. También contribuye a la absorción del hierro de los alimentos y resistencia a las infecciones y sirve como antioxidante de otros alimentos. Además de componerse de fibra, hierro, fósforo y calcio, tiene semillas que ayudan al funcionamiento del aparato digestivo (Ortega y León, 2018).

Parámetros	Unidad	Resultado
Agua	Porcentaje	89.4
Proteína	Gramos	0.5
Grasa	Gramos	0.1
Fibra Dietética	Gramos	0.3
Vitamina C	Miligramos	25
Calcio	Miligramos	6
Hierro	Miligramos	0.4
Fósforo	Miligramos	19
Tiamina	Miligramos	0.01
Riboflavina	Miligramos	0.03
Niacina	Miligramos	0.02
Ceniza	Miligramos	0.5

**Cuadro 4** Composición nutricional de la pulpa de pitahaya *Hylocereus*.

**Fuente:** Olaya (1991), Becerra (1996), Castilla y Cádiz (1995), citados por Arguello y Jiménez (1997).

### 3.7. Importancia de la pitahaya.

A nivel mundial, la pitahaya está causando cada vez más interés debido a sus múltiples bondades en diferentes ámbitos de la sociedad (Martínez-Cruz, 2022), según Tomas de Oliveira et al. (2021) su popularidad también puede deberse a que tolera condiciones adversas como suelos pobres y marginados, también es muy eficiente con el uso del agua disponible, por ser de grata apariencia como planta ornamental, por la peculiar apariencia física del fruto que lo hace atractivo (García-Rubio et al., 2015).

Por otro lado, también se ha reportado que aporta beneficios significativos para la salud (Liao et al., 2022), la industria (Rizvi et al., 2021), y sus aportes nutricionales (Ceren-López, 2020), ha llegado a tener un gran valor comercial agregado importante, además, de que su cultivo, puede generar fuentes de empleo (Tomas de Oliveira et al., 2021; Ozuna-Enciso et al., 2016; Esquivel y Araya, 2012). La pitahaya es de gran importancia económica para México, para el año 2016-2017 la CONAGUA (2018) registró producciones importantes de hasta 1824.94 toneladas, representando 13, 298 pesos por toneladas, más de 24 millones de pesos en total por ciclo.

El consumo de los frutos significa múltiples beneficios debido a sus propiedades físicas, químicas y nutraceuticas; en relación a los beneficios a la salud se ha encontrado que mejora la fertilidad masculina, se ha registrado que también aporta una elevada actividad antioxidante, puede inhibir la peroxidación lipídica, y puede actuar como antiinflamatorio; inclusive, se ha descrito un efecto inhibitorio de la betanina sobre el crecimiento de células del melanoma. En este mismo sentido, se menciona que puede gracias al uso de las betalainas contenidas en el fruto como colorantes naturales para otros alimentos, puede reducir afectaciones por alergias causadas por colorantes sintéticos (Esquivel y Araya, 2012).

### **3.8. Comercialización la pitahaya.**

La comercialización de las pitahayas en México se realiza principalmente en mercados locales y regionales de las pocas zonas que se dedican a la producción de este producto. Siendo Yucatán, Campeche, Quintana Roo, Tabasco, Puebla y Oaxaca los principales estados donde se producen. Sin embargo, la adquisición de este producto se ve involucrado en un crecimiento de precio. Por lo mismo, el productor lo vende a 4 o 6 pesos la fruta y llegan a mercados o supermercados de hasta 35 a 65 pesos por kg (Flores-Valdez,2003).

Según datos de (SNICS, 2017), la pitahaya reportó una superficie sembrada de 605.63 hectáreas, con una producción de 2,342.53 toneladas lo que significó un valor económico de 24,721.97 miles de millones de pesos. Quintana Roo fue el

principal productor (52.3 %), segundo Yucatán (40.1 %) y Puebla (5.8%), representando un 98.2 % del total de productores. Siendo Puebla el principal exportador a Estados Unidos y Europa con una ganancia de 1 200 mdp.

El Análisis de Mercado. Ministro de Desarrollo Agrario y Riego. (2021), cito que la producción de la pitahaya se localiza en las zonas tropicales principalmente en América y Asia. Se estima que la producción mundial de pitahaya es más de 2.1 millones de toneladas, en un área de 116,836 hectáreas. A continuación, en el siguiente cuadro se muestra la producción a nivel mundial de la pitahaya.

País	Área cosechada	Rendimiento (Ton/Ha)	Producción (Ton)
Vietnam	55,419	22-35	1,064,242
China	40,000	17.5	700,000
Indonesia	8,491	23.6	221,832
Tailandia	3,482	7.5	26,000
Taiwán	2,491	19.7	49,108
Colombia	1,514	8.8	13,250
Ecuador	1,528	7.6	11,613
México	1,496	6.0	9,029
Malasia	680	11.5	7,820
Filipinas	485	10-15	6,063
Camboya	440	11	4,840
India	400	8-10.5	4,200
Estados Unidos	324	18	5,832
Perú	34.2	4.2	142
Australia	40	18.5	740
Sudáfrica	12	8.3	100
<b>Total</b>	<b>116,836</b>		<b>2,134,810</b>

**Cuadro 5.** Principales países productores de pitahaya en el mundo.



### 3.9. Subproductos de la pitahaya.

Las plantas de pitahaya y las partes que la conforman se llevan a cabo diferentes usos, como pueden ser: ornamentales, barreras protectoras, medicinales y alimenticios (Rodríguez, 2000), con ello, la gran importancia de la pitahaya para ser consumida y producida. En el siguiente cuadro se muestra las diferentes formas de uso e industrialización de la pitahaya en cada una de sus etapas fenológicas.

Parte	Usos	Industrialización
Planta	Ornamental	Jardinería y arquitectura del paisaje.
	Cercos vivos	
Tallos	Alimentación humana	Guisos
	Alimentación animal	Forraje
	Medicinal	Medicamentos
	Cosmetológico	Champús y jabones.
Flores	Ornamental	Cardiotónicos
	Medicinal	
	Cosmetológico	Esencias
	Alimentación humana	Jugos
Frutos		Jarabes
		Licores
		Salsas
		Liofilizados
	Alimentación animal	Forrajes
	Medicinal	Para la captina
	Industrial	Colorantes.
Cascara	Industria	Colorantes
		Pectinas

**Cuadro 6.** Formas de uso e industrialización de la pitahaya.

**Fuente:** Modificado por Castillo-Martínez, 2006; Esquivel y Araya-Quesada, 2012; Ortiz-Hernández y Carrillo-Salazar.

#### IV. MATERIALES Y MÉTODOS.

##### 4.1. Ubicación del experimento.

El trabajo se realizó en las instalaciones de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro detrás del departamento de ciencias del suelo, que se encuentra en la colonia Bellavista, municipio de Saltillo en el estado de Coahuila de Zaragoza, ubicado en las coordenadas (UTM), latitud (25.354) y, longitud (-101.034), a una altitud de 1,793 msnm. Se desarrolló en una zona donde antes era un basurero, por lo que, se pensó en darle otro tipo de uso con una actividad productiva. El terreno donde se estableció la pitahaya tiene un ancho de 3.30 metros y un largo de 30 metros. En la figura 4, se muestra el área donde se establecieron las pitahayas considerando un punto georreferenciado para tener con más exactitud el área de trabajo.

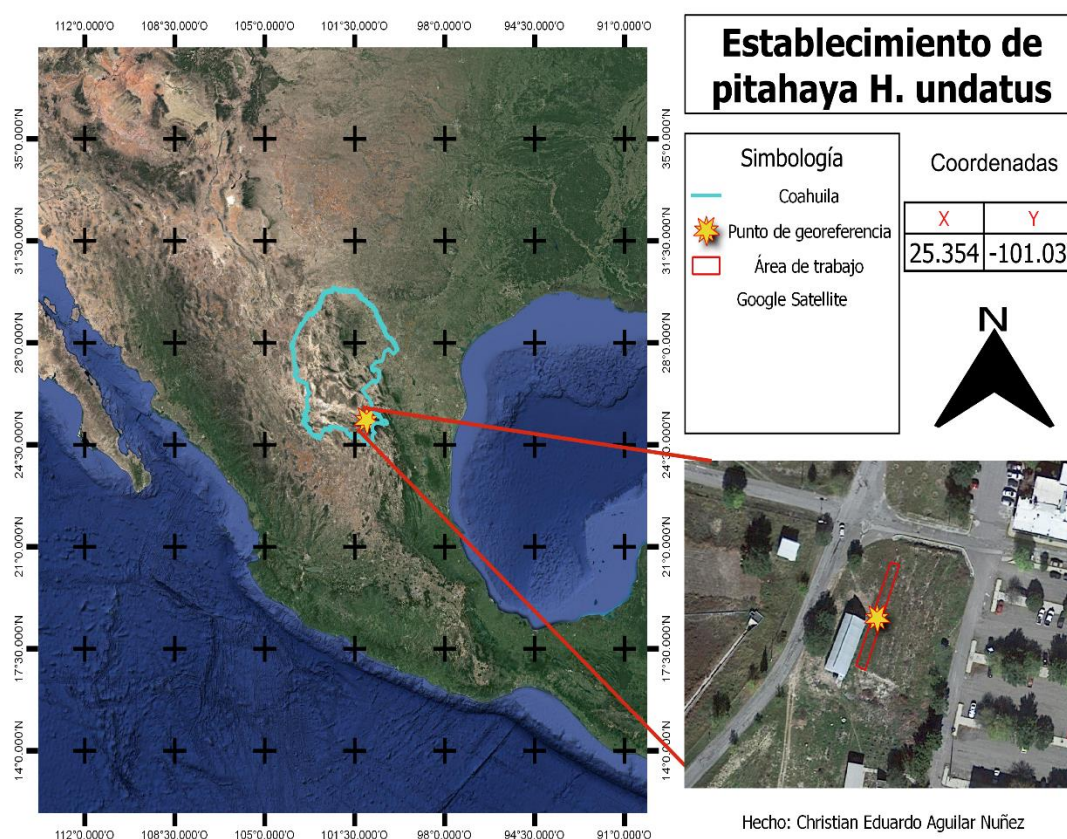


Figura 4. Área donde se implementó la plantación de la pitahaya *H. undatus*.

Este trabajo implementó la pitahaya *H. undatus* en suelo abierto; para conocer el papel que desempeña en la planta y así pueda tener una adaptación rentable y buen desarrollo desde su trasplante.

Cabe de mencionar, que la implementación de esta planta exótica no tiene antecedentes, es por eso que es el primer trabajo relacionado con una adaptación en todo el municipio de Saltillo. Establecer este tipo de planta en un área semidesértica sería un gran avance, dado a los beneficios socioeconómicos positivos que puedan tener el cultivo.

#### **4.2. Estudio del suelo.**

El análisis de suelo se realizó en el laboratorio de planeación ambiental y edafología del Departamento de Ciencias del Suelo donde se analizaron datos generales sobre el tipo de suelo. El proceso inicio con el levantamiento de suelo de 3 sitios que se reparten en los 30 metros de largo del terreno, teniendo una muestra a cada 10 metros. Después se llevó al laboratorio para analizar los siguientes parámetros: textura, materia orgánica, densidad aparente, y pH, siendo componentes muy generales para conocer el estado actual del suelo en cada una de las muestras.

Señalar que antes se realizó un trabajo de investigación en el área destinada, por lo que se requiere tomar en cuenta la diferencia de suelos a cada 10 m y ver si hay una diferencia significativa, y en el peor de los casos que la planta no pueda tener los requerimientos en el rango óptimo de adaptación.

El procedimiento de laboratorio se realizó en base a la Norma Oficial Mexicana 021-SEMARNAT-2000, dado que señala cada uno de los pasos a realizar en los diferentes análisis. En textura se aplicó el método de Bouyoucos, para materia orgánica se ocupó el método de Walkley y Black donde el resultado para las tres fue relativamente muy parecido.

Mientras que para densidad aparente se empleó un procedimiento básico en base a la NOM-021-SEMARNAT-2000, para obtener resultados muy idénticos en cada una de las muestras. y para pH utilizó un aparato físico para obtener

resultados muy puntuales. En el siguiente cuadro 7 se ilustra toda la información recabada de cada una de las muestras.

<b>Muestra</b>	<b>Materia orgánica</b>	<b>Textura</b>	<b>Densidad Aparente</b>	<b>pH</b>
1	2.82- porcentaje	Franco- arenoso.	1.33 g/cm <sup>3</sup> - Arenoso	8.3 Básico
2	2.82- porcentaje.	Franco- arenoso.	1.28 g/cm <sup>3</sup> - Franco arenoso	8.4 Básico
3	1.75- porcentaje.	Franco- arenoso.	1.38 g/cm <sup>3</sup> - Arenoso	7.8 Ligero Básico
Resultados totales	2.46 – porcentaje bajo	Franco - Arenoso	1.33 g/cm <sup>3</sup> Arenoso	8.1 Básico

**Cuadro 7.** Información detallada en cada una de las muestras.

#### **4.3. Preparación del suelo.**

La primera actividad que se realizó fue la limpieza general de hierbas y malezas que se encontraban para que posteriormente se realizaran los pozos de alrededor de 10 cm de profundidad para que las plantas fueran trasplantadas.

Después se desarrolló el establecimiento de 15 estacas o postas de al menos 1 m de altura previamente escogidas, como se ilustra en la figura 5, con el objetivo de que las plantas de pitahayas tengan una guía durante el desarrollo de cada una de sus fases fenológicas.



**Figura 5.** Establecimiento de postas como guías.

#### **4.4. Material vegetativo de pitahaya.**

El material vegetativo se obtuvo de una plantación comercial que se encuentra en el estado de San Luis Potosí, se cortaron esquejes de una medida muy considerada aproximadamente 30 cm y llegaron a ser trasplantadas a macetas para tener una vía antes de ser pasadas a suelo abierto.

Posteriormente se trasladaron al área de trabajo el día 17 de junio de 2022, donde se realizó un corte transversal, como se muestra en la figura 6, con el fin de que la herida pudiera tener un mejor sostén hacia el sustrato y con el tiempo lograr obtener raíces secundarias para la absorción de nutrientes.



**Figura 6.** Preparación de la planta para ser trasplantada.

#### **4.5. Trasplante de la pitahaya.**

La pitahaya fue trasplanta a campo abierto con la implementación de una mezcla de sustrato, ya que el suelo era muy pobre en nutrientes y con ello se estableció 60% de fibra de coco, 20 % de perlita, 10 % de vermiculita y 10 % de humus de lombriz. Recalcar que solo se colocó 5 cm de esta mezcla de sustratos para que la planta fuera trasplantada a los otros 5 cm del pozo, teniendo en cuenta una separación entre guías de 2 m. El número de plantas que se implementaron fueron 30 en las 15 guías que se establecieron, poniendo 2 en cada una de ellas.

El trasplante se hizo de forma manual teniendo en cuenta que se tiene que cubrir la herida que se realizó previamente, como se muestra en la figura 7. Algo importante por mencionar es que no se utilizó ningún tipo de enraizador, con el objetivo de que la planta fuera capaz de generar sola sus raíces secundarias y en mejor de los casos tener un desarrollo libre de algún fertilizante que le pudiera ayudar a realizar esta acción.



**Figura 7.** Trasplante de la pitahaya a suelo abierto.

#### **4.6. Manejo del cultivo.**

##### **4.6.1. Fertilización.**

Durante la adaptación de la pitahaya en campo abierto se tuvo que emplear una adecuada fertilización en base al análisis de suelo que se realizó, teniendo en cuenta que nuestro tipo de suelo era de muy mala calidad para establecimiento del cultivo.

##### **4.6.2. Prevención de enfermedades.**

La prevención ante posibles enfermedades que se pueden presentar en el suelo, agua o ambiente durante la adaptación de la pitahaya, se tuvo que poner un desinfectante orgánico llamado “MicoBac®”, el cual consiste en no dejar crecer a patógenos para no infectar con alguna enfermedad a la planta.

La dosis que se empleo fue de 10 ml/L, colocando menos de 1 L por planta, con solo dejar que se infiltre un poco el desinfectante lograra hacer su trabajo. Las

fechas que se aplicó fueron a partir del 15 de julio al 24 de agosto, aplicando cada 8 días para que si en algún momento la planta tuviera algún patógeno no pudiera desarrollarse.

#### **4.6.3. Agua aplicada a las plantas.**

La cantidad de agua aplicada hacia la planta después de ser trasplantada es de recalcar porque define una posible muerte o supervivencia de la planta, dado que, es una planta que no necesita mucha agua. Sin embargo, se estuvo aplicando 1.2 L por semana con el sistema de riego por goteo utilizando cintilla de 30 m de largo, teniendo una lámina de riego de 14 mL/minuto.

Cabe de mencionar, el primer riego que se dio fue el 17 de junio de 2022 y el ultimo riego fue el 5 de septiembre de 2022, manteniendo así una consistencia de un riego por semana.

Además, se tiene que agregar la cantidad de agua de lluvia que estuvo precipitando durante la estancia a suelo abierto, que va desde el mes de junio hasta el mes de octubre del año en curso. Los datos obtenidos del Servicio Meteorológico Nacional (SMN, 2022) de la estación meteorológica automática que se encuentra en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro en las coordenadas latitud: 25.35138 y longitud: -101.0236, se encontró que en el mes de junio precipito 0.9 mm, para julio precipito un total de 37.6 mm, en agosto un total de 49.2 mm, luego en septiembre 77 mm y por último octubre 67 mm de agua de lluvia. Teniendo así un total de 231.7 mm de agua de lluvia, lo que quiere decir que precipito 231.7 litros en un metro cuadro y con ello se observa que la planta tuvo el agua necesaria para tener un buen desarrollo.

Contemplando total de agua por cada uno de los elementos aplicados como fertilización, riego, prevención ante enfermedades y lo que precipito en los 5 meses, tenemos un total de 252.6 L por cada planta. Por lo que, es una cantidad considerable para una buena adaptación y desarrollo.

#### **4.7. Tratamientos aplicados.**

A las plantas de pitahaya se les aplicaron dos abonos orgánicos líquidos cada 15 de días a partir del 4 de julio y se realizaron dos evaluaciones.



Los dos abonos orgánicos líquidos que se evaluaron fueron los ácidos fúlvicos y húmicos que al incorporarse ejerce varias reacciones al suelo como pueden ser: mejorar la estructura del suelo, mejora la retención de humedad, disminuye la erosión producida por el escurrimiento superficial, estabiliza el pH, aumenta la permeabilidad, mejora el crecimiento de la planta y ayuda a la absorción de elementos nutritivos (Félix et al, 2018).

Por lo que se le dio una dosis de 5 mL / L por planta, como se ve en la figura 8, con el fin de ayudarlas a realizar las acciones ya mencionadas y se lograr obtener un mejor desarrollo.

Algo que recalcar, el ácido fúlvico se aplicó en las primeras plantas que van de la 1 a la 15 y, los húmicos de la planta 16 a la 30. Con el objetivo de evaluar el comportamiento de cada uno de ellos y visualizar si hay una comparativa representativa.



**Figura 8.** Aplicación de los abonos orgánicos líquidos.

#### 4.7.1. Acolchado de nuez.

La cáscara de nuez (*Juglans regia L.*) es un residuo sin aprovechamiento en producción; sin embargo, cuenta con importantes elementos nutritivos para ser aprovechados por los organismos vegetales. La composición química de la cáscara de nuez cuenta con los elementos necesarios para la nutrición vegetal, dicha determinación incluye macronutrientes (N, P, K,) como micronutrientes (Cu, Zn, Mn, Ca, Mg, Fe) de gran importancia para el desarrollo inicial (Romero Arenas et al., 2012).

Por lo que, el día 25 de agosto se implementó una capa de 5 cm de grosor de este material orgánico, con el fin de darle otro uso y contribuir al suelo con más nutrientes ante la baja calidad de materia orgánica. Además, ayudar a la pitahaya tener un mejor desarrollo conjunto a la mezcla de sustratos durante el tiempo de crecimiento.

El material se aplicó de forma directa hacia el suelo, como se muestra en la figura 9, previamente escogido y triturado para que su incorporación con el suelo se más rápida. Cabe de mencionar, el tiempo y los factores ambientales que se encuentra en el área serán importantes para su descomposición y alteración con el suelo natural.



**Figura 9.** Implementación de acolchado de nuez a campo abierto.

## V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 5.1. Aspectos edafoclimáticos.

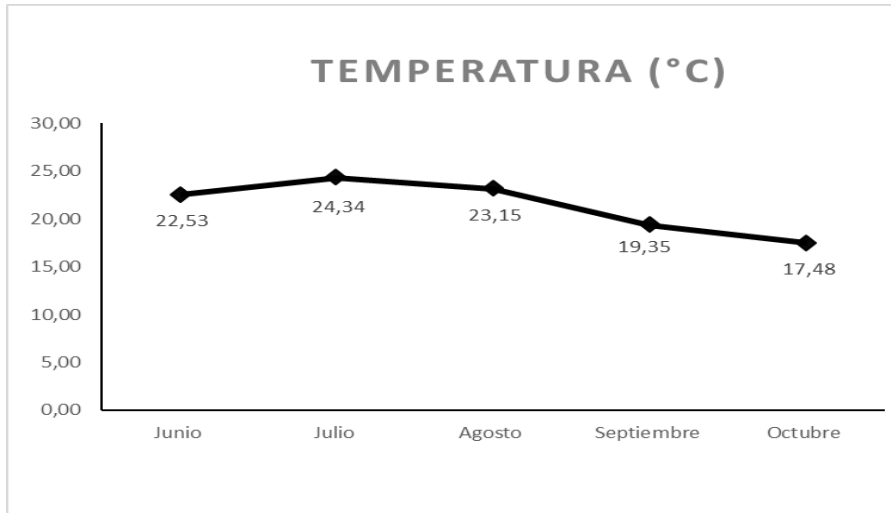
Los componentes edafoclimáticos son de suma importancia para la adaptación de la pitahaya *H. undatus*, sin embargo, tener el mayor número de requerimientos edafoclimáticos sería lo ideal para un buen desarrollo (García y Vargas,2015). Por lo que, se tomaron muy en cuenta cada uno de los factores ambientales y el tipo de suelo a los cuales se expusieron las plantas de pitahaya y verificar si la adaptación de la planta al sur de la ciudad de Saltillo fue la óptima.

De acuerdo con (Barceras y Jiménez, 2002), las plantas pueden crecer en suelos de textura francos-arenosos, que tengan un buen porcentaje de materia orgánica, suelos con pH de 5.5 a 6.5 y una temperatura de 17°C a 30°C, teniendo en cuenta ese rango ya que no soportan temperaturas muy bajas.

Los datos que se adquirieron de laboratorio y campo fueron en un plazo de cinco meses desde que se trasplantó la pitahaya en suelo. El resultado de la textura fue franco-arenoso, un pH promedio de 8.1, una temperatura de 21.4°C y un porcentaje de materia orgánica por debajo de la óptima con 2.46 %.

Teniendo en cuenta el rango que citan los autores de los diferentes requerimientos edafoclimáticos para un mejor desarrollo, el área donde se establecieron las plantas de investigación; los rangos de arcilla y temperatura están dentro de lo requerido. Mientras que el pH es muy alto, aun así, las plantas están sobreviviendo. La materia orgánica tiene un resultado bajo, por eso se establecieron tratamientos con abonos orgánicos para incrementar el porcentaje y las plantas tengan de donde absorber nutrientes para un buen desarrollo. Hasta el momento están llevando una buena aceptación al suelo, a pesar de no estar en su hábitat endémica.

En cuanto a la temperatura tuvo un comportamiento de disminución muy significativa en el mes de octubre, por lo que, se tuvo que accionar para que la planta no fuera dañada por heladas y se presentaran problemas de adaptación dado que proviene de un área tropical.



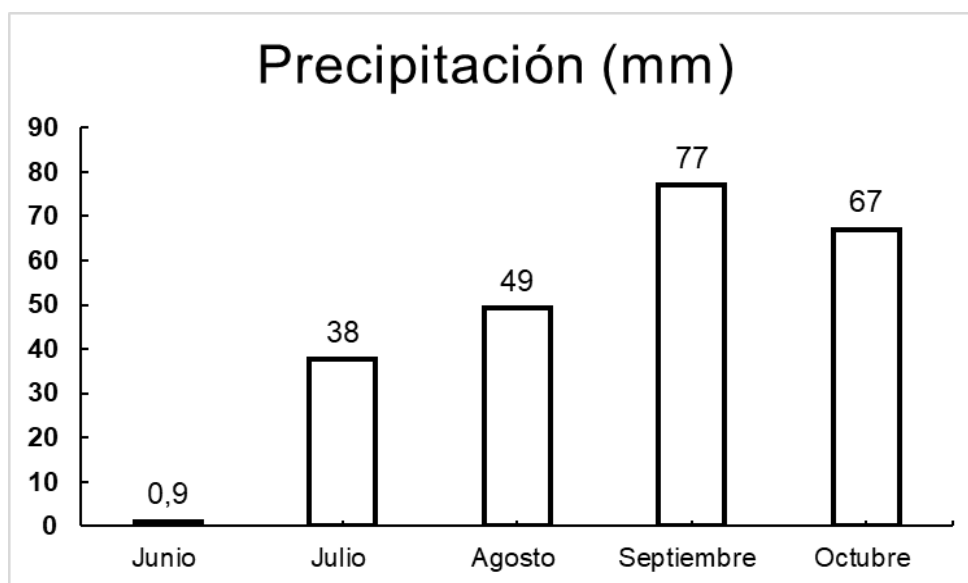
**Figura 10.** Disminución de temperatura por mes.

Una de las actividades complementarias que se realizó fue la protección de las plantas ante la disminución de temperatura. La actividad consistió en colocar una capa de 2 hojas de periódico y envolver a la planta con una bolsa; esto con el fin de que la plantas no se quemara el tallo y marguen y así tuviera una muerte segura. Cabe de mencionar, dicha protección se realizó el día 03 de octubre de 2022 y hasta la fecha no han tenido ningún problema ante la disminución de temperatura que se presentó en el mes de octubre.



**Figura 11.** Protección de la planta ante la disminución de temperatura.

Las precipitaciones perfectas para que la planta crezca de la mejor manera según (López y Guido, 2014), serían desde los 500 a 700 mm/año. Contemplando que la planta tuvo 5 meses de establecida en campo abierto se llevó el conteo de 231.7 mm hasta mes de octubre. Por lo que, el rango total de agua precipitada aún está por debajo de lo que menciona los autores, sin embargo, aún no se cumple el año y el rango de lluvia total, todavía puede llegar a estar dentro de este mismo.



**Figura 12.** Cantidad de agua precipitada de mes de junio a octubre.

Debido a la presencia de lluvias las plantas empezaron a tener un comportamiento no habitual, con el que se identificó las enfermedades *Erwinia Carotovora* y *Dothiorella spp.* (López y Guido, 2014). El día 25 de julio de 2022 se empezó a presentar, donde los síntomas iniciaron con manchas amarillas llegando a cubrir todo el tallo y manchas circulares de color café con puntos rojos como un ojo de pez el cual llega a cubrir casi todo el tallo, en la figura 13 se plasma las dos enfermedades. De las plantas afectadas solo una planta no pudo recuperarse de la enfermedad y las demás tuvieron un buen comportamiento después de aplicar la dosis del desinfectante MicoBac.



**Figura 13.** Plantas afectadas por las enfermedades

El rango de precipitación todavía no se alcanza, aun así, las plantas tuvieron una buena adaptación, ya que no exige mucha agua cuando ya está plantada a campo abierto. Caso contrario si hay mucha precipitación, pueden tener problemas ante posibles enfermedades como se presentó en este trabajo.

Con la presente evaluación se considera factible el establecimiento de la pitahaya, a pesar de no estar en algunos rangos óptimos la planta tuvo una buena respuesta, dado que, es una especie que se desarrolla mejor en áreas tropicales. En esta área semidesértica no tuvo ningún impedimento para su adaptación, ya que solo se murió 1 de las 30 plantas trasplantadas a suelo y el porcentaje de sobrevivencia es muy buena.

## **5.2. Abonos orgánicos líquidos.**

Los datos obtenidos en campo fueron producto de 5 meses de trabajo en el área destinada, donde las variables evaluadas fueron: altura y circunferencia de cada una de las plantas, para tener en cuenta que la planta obtuvo una adaptación óptima en un área semidesértica y con suelos con pocos nutrientes.

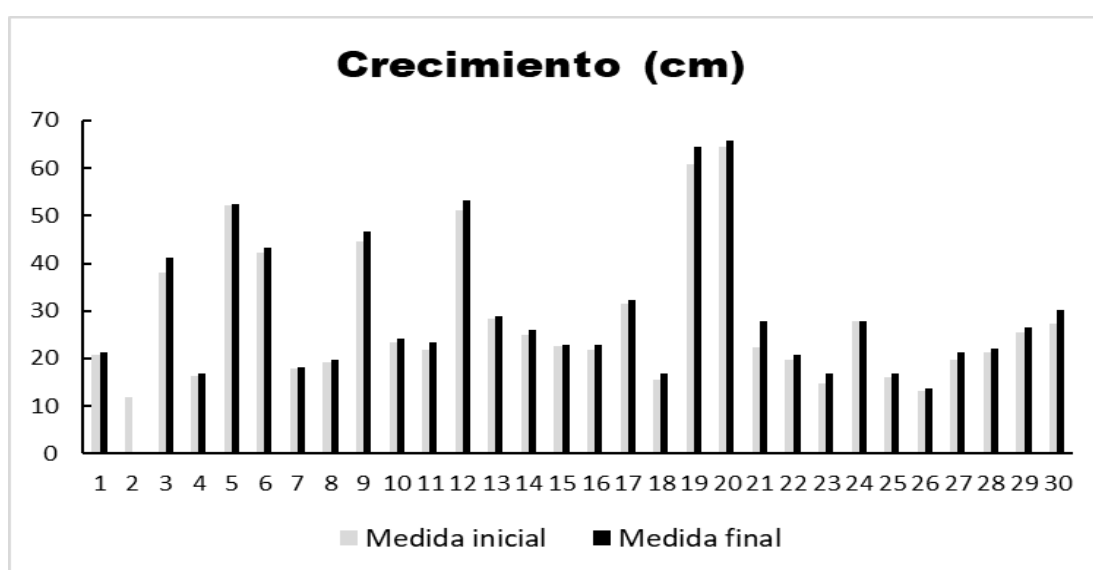
Durante las lecturas de dos meses se tuvieron resultados del comportamiento de la planta donde se dividieron en dos secciones para verificar si hay una diferencia significativa en cuestión de desarrollo por los dos diferentes abonos orgánicos

líquidos que se aplicó. Cabe de mencionar, las plantas de la 1 a la 15 el tratamiento fue con el abono orgánico líquido fúlvico y el resto con abono orgánico líquido húmico. Esto para tener más claro la diferencia por cada uno de los abonos orgánicos.

N° de planta	Altura 1 (cm)	Circunferencia (cm)	Altura 2 (cm)	Circunferencia (cm)	Altura 3 (cm)	Circunferencia (cm)	Crecimiento (cm)	Estatus
Planta	06/07/2022		02/09/2022		04/11/2022			
1	20,8	17,8	21,2	17,8	21,2	17,8	0,4	Viva
2	11,9	12,4	12,1	12,4	0	0	0	Muerta
3	38,1	15,1	40,3	15,1	41,2	15,1	3,1	Viva
4	16,2	16,2	16,7	16,2	16,9	16,2	0,7	Viva
5	52,3	12,3	52,4	12,3	52,4	12,3	0,1	Viva
6	42,2	14,1	43,2	14,1	43,2	14,1	1	Viva
7	17,9	14	18,1	14	18,2	14	0,3	Viva
8	19,1	15,9	19,4	15,9	19,7	15,9	0,6	Viva
9	44,7	13,8	46,3	13,8	46,6	13,8	1,9	Viva
10	23,4	15,6	23,8	15,6	24,2	15,6	0,8	Viva
11	21,7	14,6	21,9	14,6	23,3	14,6	1,6	Viva
12	51,2	14,8	52,3	14,8	53,2	14,8	2	Viva
13	28,4	16	28,8	16	28,8	16	0,4	Viva
14	24,9	15,2	25,7	15,2	25,9	15,2	1	Viva
15	22,6	17,1	22,7	17,1	22,8	17,1	0,2	Viva
16	21,8	14,7	22,6	14,7	22,9	14,7	1,1	Viva
17	31,6	15,3	32,1	15,3	32,4	15,3	0,8	Viva
18	15,4	15,1	16,6	15,1	16,8	15,1	1,4	Viva
19	60,9	16,4	63,8	16,4	64,5	16,4	3,6	Viva
20	64,6	15	64,9	15	65,7	15	1,1	Viva
21	22,4	16,7	27,6	16,7	27,7	16,7	5,3	Viva
22	19,8	12,6	20,5	12,6	20,8	12,6	1	Viva
23	14,8	14,4	15,6	14,4	16,8	14,4	2	Viva
24	27,7	13,9	27,9	13,9	27,7	13,9	0	Viva
25	16,1	14,6	16,6	14,6	16,8	14,6	0,7	Viva
26	13,1	12,6	13,5	12,6	13,8	12,6	0,7	Viva
27	19,7	14,2	21	14,2	21,4	14,2	1,7	Viva
28	21,2	14,8	21,8	14,8	22,2	14,8	1	Viva
29	25,6	15	26,1	15	26,4	15	0,8	Viva
30	27,3	17,1	29,2	17,1	30,1	17,1	2,8	Viva

**Cuadro 8.** Resultados finales por cada tratamiento.

En rasgos generales, las plantas que obtuvieron un rendimiento más positivo fueron las plantas con la aplicación del abono orgánico líquido húmico. Sin embargo, esto no quiere decir que el húmico sea mejor que el fúlvico. Por lo que, usar cualquiera de estos abonos orgánicos a largo plazo sería positivo para las plantas de pitahaya *H. undatus* y suelo, ya que pueden mejorar la estructura del suelo, mejora la retención de humedad, disminuye la erosión producida por el escurrimiento superficial, aumenta la permeabilidad, mejora el crecimiento de la planta y ayuda a la absorción de elementos nutritivos (Félix et al, 2018). En la siguiente figura 14, se muestra el crecimiento para cada una de las plantas, en la cual se ve que si hay diferencias significativas por cada una de ellas.



**Figura 14.** Crecimiento por cada una de las plantas.

Las plantas que tuvieron un mejor crecimiento en estos pocos meses fueron las 19, 21 y 30, que tienen un resultado arriba de los 2.5 cm y se encuentran dentro de las plantas con tratamiento del abono orgánico húmico. Mientras que las plantas 1, 5, 7, 13 y 15, se encuentran dentro del rango con tratamiento del abono orgánico fúlvico, no obtuvieron un resultado mayor a 0.5 cm y fueron las plantas con menos desarrollo. Siendo el bajo porcentaje de materia orgánica en el suelo y falta de nutrientes los que influyeron para no obtener un buen crecimiento. Sin embargo, lo más importante es que aún están vivas y les queda mucho tiempo para seguir desarrollándose.



Cabe de mencionar, el promedio general de crecimiento para el abono orgánico húmico fue de 1.6 cm por planta, siendo mayor al fúlvico que fue de 0.9 cm por planta. La diferencia no es mucha, por lo que, utilizar cualquiera de los abonos sería positivo a largo plazo.

### 5.3. Comportamiento del acolchado de nuez.

El acolchado de nuez aplicado a campo abierto fue de gran aporte nutricional, ya que durante 3 meses que llevaba tuvo una buena incorporación hacia este mismo. La alteración de resultados se ha reflejo en cada uno de los aspectos de suelo, por lo que, la incorporación de la nuez con el suelo va por buen camino teniendo en cuenta que todavía falta mucho para la descomposición total de la nuez. En el siguiente cuadro se muestra el representa los datos finales obtenidos en laboratorio del departamento de ciencias del suelo.

Resultados antes del acolchado de nuez		Resultados después del acolchado de nuez	
pH	8.1	pH	8.5
Textura	Franco Arenoso	Textura	Franco Arcilloso Arenoso
Materia Orgánica	2.46 %- Bajo	Materia Orgánica	2.73 %- Medio

**Cuadro 9.** Comparación de resultados con el acolchado de nuez.

El pH tuvo un pequeño incremento a los datos anteriores, sin embargo, las plantas tuvieron un buen comportamiento, ya que el estatus de vida en general es de un 96 %. Cabe de mencionar, el resultado de este parámetro puede ir cambiando hasta que se culmine el ciclo de descomposición del material orgánico. Mientras que en la textura se tuvo un cambio significativo en el desarrollo respecto a la arcilla, por lo que, el acolchado de nuez ha modificación la textura del suelo. Según (Barceras y Jiménez, 2002), la textura donde se puede desarrollar la pitahaya *H. undatus* es franco arenoso, por eso durante la descomposición total del acolchado se tendrá que hacer un estudio para saber la textura final del área donde se realizó el trabajo y ver si las plantas han tenido un cambio respecto a la textura.

El resultado inicial de materia orgánica obtenido en laboratorio se clasifico como muy bajo porcentaje, mientras que para el resultado final se clasifica en un porcentaje medio. Por lo que, la incorporación del acolchado de nuez hacia el suelo va por buen camino, sobre todo por su aporte de nutrientes para que la plantas en un futuro tengan mayor disponibilidad de elementos esenciales. Según (Barceras y Jiménez, 2002) el suelo debe tener un buen porcentaje de materia orgánica para que la planta tenga un buen desarrollo y la incorporación de este material orgánico está teniendo un buen resultado. Cabe de mencionar, que se realizó un estudio de capa del material orgánico que aún no ha sido incorporado al suelo y el resultado es de 6.99 % de materia orgánica, por ello, en la descomposición total del acolchado el porcentaje de materia orgánica será mayor y, por tanto, mayor benéfico para las plantas y el suelo.

## VI. CONCLUSIÓN

La adaptación de la pitahaya *H. undatus* en un área semiárida fue muy favorable, a pesar de no estar en su ecosistema de área tropical tuvo un buen comportamiento. Los factores edafoclimáticos tuvieron un papel muy importante para una buena adaptación, sin embargo, algunos de estos no estaban dentro de su rango y aun así la planta tuvo un buen porcentaje de sobrevivencia, que fue del 96% de un total de 30 plantas trasplantadas a campo abierto. Este es un indicativo positivo para la investigación ya que se hizo un buen trabajo con el manejo de las plantas.

Por otro lado, la aplicación de los tratamientos de abonos orgánicos fúlvicos y húmicos fue crucial para que la plantas tuvieran una adaptación óptima y un desarrollo conveniente durante el tiempo que estuvieron en campo abierto. Ya que los aportes que te dejan este tipo de abonos son muy positivos tanto para las plantas y el suelo, con ello, seguir aplicando cualquiera de los 2 abonos orgánicos serian positivos para ellas. Además, la mezcla de sustrato fue sustancial para el agarre total de la planta hacia el suelo, dado a la falta de materia orgánica y nutrientes. Caso contrario de no suministrar a las plantas con este material orgánico el porcentaje de sobrevivencia hubiera sido diferente.

Por último, la incorporación del acolchado de nuez en el área de trabajo va teniendo resultados positivos, aunque no está en su descomposición total el cambio respecto a materia orgánica es favorable. Cabe de mencionar, el tiempo que lleva este material orgánico en campo abierto es poco, con ello, las plantas ya pueden utilizar los nutrientes que se están incorporado al suelo, y tener la integración total del acolchado de nuez sería mucho más favorable.

## VII. BIBLIOGRAFÍA

- Argüello P., E. y V. Jiménez V. 1997. Periodos prolongados de sequía en pitahaya (*Hylocereus undatus* Hawort). Tesis profesional de ingeniero agrónomo especialista en Fitotecnia.
- Barceras Abogado, P. Y Jiménez Castañeda, V. (2002). Pitayas y Pitahayas recursos agrícolas en el valle de Tehuacan, Puebla. Departamento de producción animal y agrícola. Universidad Autónoma Metropolitana Xochimilco.
- Calix de Dios, H., R. Castillo-Martínez, Ferral Piña. J. Y Nava Padilla, R. (2016). Guía para la producción sostenible de pitahaya en la Península de Yucatán, México. INIFAP. ISSN: en trámite.
- Calix de Dios, H., R. Castillo-Martínez y H. J. Camal-Canche (2014). Caracterización de la producción de pitahaya (*Hylocereus* spp.) en la zona maya de quintana roo, México. Agroecología. xx(xx). 123-132.
- Castillo-Martínez, R. 2006. Aprovechamiento de la pitahaya: bondades y problemáticas. Caos Conciencia. 1:13-18.
- Castillo, R. et al., 1996. Guía técnica para el cultivo de la pitahaya. Universidad de Quintana Roo, México.
- Cerén-López, J. G. (2020). Tesis de Maestría: Distribución, Etnobotánica y cultivo de pitahaya (*Selenicereus*, *Hylocerereae*, Cactaceae) en el Salvador. Postgrado en Botánica. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Texcoco, Estado de México.
- Comisión Nacional del Agua (2018). Estadísticas Agrícolas de las Unidades de Riego: año agrícola 2018. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Forestales. Ciudad de México.
- Fabrice V., Fabrice Le B. (2006). Pitahaya (*Hylocereus* spp.): a new fruit crop, a market with. Fruits, 2006, vol. 61, p. 237–250. DOI: 10.1051/fruits:2006021

- Félix, J., Sañudo, R., Rojo, E., Martínez, R., Olalde, V. 2018. Importancia de los abonos orgánicos. Universidad Autónoma Indígena de México. El Fuerte, México. Ra Ximhai, vol. 4, núm. 1, pp. 57-67
- Flores-Valdez, C.A. (2003). Pitayas y Pitahayas. Centro de Investigaciones Económicas, Sociales y Tecnológicas de la Agroindustria y la Agricultura Mundial (CIESTAAM). Edición 1. ISBN:968-884-996-0.
- Esquivel, P. y Q. Y. Araya (2012). Caracterización del fruto de la pitahaya (*Hylocereus* sp.) y su potencial de uso en la industria alimentaria. Revista Venezolana de Ciencia y tecnologías de alimentos. 3 (1) 113-129.
- García-Rubio, L. A., O. Vargas-Ponce, F. de J. Ramirez-Mireles, G. Munguía-Lino, C. A. Corona-Oceguera y T. Cruz-Hernández. (2015). Distribución geográfica de *Hylocereus* (Cactaceae) en México. 93 (4) 921-939.
- Liao W., W. Liu, Y. Yan, L. Li, J. Tong, Y. Huang, S. Gou, W. Jiang y S. Fu. (2022). *Hylocereus undatus* flower extract suppresses OVA-induced allergic asthma in BALb/C mice by reducing airway inflammation and modulating gut microbiota. Biomedicine and pharmacotherapy. Vol. 153.
- López-Díaz, H. Y Guido-Miranda, A. (2014). Cultivo de la Pitahaya. Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria. (INTA).
- Monge-Pérez, J. E. y M. Loria-Coto. (2022). Altura de planta y producción de brotes en Pitahaya (*Hylocereus* sp.): comparación entre dos sitios de Costa Rica. Revista Latinoamericana de Difusión Científica. 4 (7) 7-22.
- Martínez-Cruz, M. (2022). Tesis de Maestría: Manejo nutrimental del cultivo de pitahaya de pulpa roja (*Hylocereus ocamponis*) en la mixteca poblana. Departamento de enseñanza e investigación en suelos. Universidad autónoma Chapingo. Estado de México.
- Norma Oficial Mexicana. NOM-021-SEMARNAT-2000 (2002). Establece las especificaciones de fertilidad, salinidad, y clasificación de suelos. Estudio, muestreo y análisis. Diario Oficial de la Federación. Segunda sección.

- Olvera-González, J (2000). Producción y comercialización de pitahayas en México. Revista Claridades Agropecuarios N°. 2116-102. Editorial 1.
- Ortega-Hernández, A., León-Andrade, M., Rosas-Vargas, R. (2018). Producción para promover el desarrollo regional y sustentable. Universidad de Guanajuato.
- Ortiz-Hernández, Y. d. y J. A. Camillo-Salazar. (2012). Pitahaya (*Hylocereus* spp.): a short review. *Comunicata Scientiae*, 3(4) 220-237.
- Osuna-Enciso T., J. B. Valdez-Torres, J. A. Sañudo-Barajas, M. D. Muy-Rangel, S. Hernández-Verdugo, M. Vilarreal-Romero y J. M. Osuna-Rodríguez. (2016). Fenología reproductiva, rendimiento y calidad del fruto de pitahaya (*Hylocereus undatus* (How.) Britton and Rose en el valle de Culiacán, Sinaloa, México. *Agrociencia*, 50. 61-78.
- Raffo-Folleco, L. A., L. A. Torres-Jaramillo, D. S. Beltrá-Rosero y J. C. Macias Vera. (2021). Producción de pitahayas con manejo orgánico y convencional: una propuesta de sustentabilidad. *Polo del Conocimiento* 63(6)1004-1021.
- Rizvi, M., T. Bhatia y R. Gupta. (2021). Green and sustainable synthetic route of obtaining iron oxide nanoparticles using *Hylocereus undatus* (pitahaya or dragon fruit). *Materials Today: Proceedings*. xx(xx).
- Rodríguez, A. et al., 1993. El cultivo de pitahaya en Yucatán. Universidad Autónoma Chapingo- gobierno del estado de Yucatán, México.
- Romero Arenas O., López Escobedo R., Damián Huato M., Hernández Treviño I., Parraguirre Lezama J. Y Huerta Lara M. (2012). Evaluación del residuo de cáscara de nuez (*Juglans Regia* L.) en la producción de plántulas de *pinus patula*, en vivero. *Agronomía Costarricense* 36(2): 103-110. ISSN:0377-9424 / 2012.
- Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas. (2017). Generalidades de la Red Pitahaya *Hylocereus*. <https://www.gob.mx/snics/acciones-y-programas/pitahaya-hylocereus>

- Servicio Meteorológico Nacional (2022). Estaciones meteorológicas automáticas. <https://smn.conagua.gob.mx/es/observando-el-tiempo/estaciones-meteorologicas-automaticas-ema-s>
- Tomas de Oliveira, M. M., S. Lu, U. Zurgil, E. Raveh y N. Tel-Zur. (2021). Grafting in *Hylocereus* (Cactaceae) as a tool for strengthening tolerance to high temperature stress. *Plant Physiology and Biochemistry*. 160. 94-105.
- Unidad de Inteligencia Comercial Perú (2021). Análisis de Mercado. Ministro de Desarrollo Agrario y Riego. Pitahaya a nivel mundial. Edición 1.
- Verona-Ruíz, A., J. Urcia-Cerna y L. M. paucar-Menacho. (2020). Pitahaya (*Hylocereus* spp.): Cultivo, características fisicoquímicas, composición nutricional y compuestos bioactivos. *Scientia Agropecuaria* 11(3): 439-453.
- Warusawitharana, A. J., K. H. S. Peiris, K. M. D. S. Wickramatilake, A. T. Ekanayake, H. A. D. S. Hettiarachchi y J. Bamunuarachchi. (2017). Performance of dragon fruit (*Hylocereus undatus*) in the low country wet zone (LCWZ) of Sri Lanka. *Acta Horticulturae*, (1178), 31-34-
- Zúñiga-Rizo, C. A. (2016). Tesis de Maestría: Biología floral y estructura vegetal de la pitahaya (*Hylocereus undatus* Haworth). Colegio de Postgraduados. Montecillo, Texcoco, Estado de México.