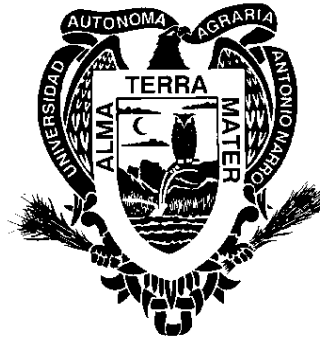


UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA

"ANTONIO NARRO"

DIVISION DE AGRONOMIA



**EL CULTIVO DE LA PITAHAYA (*Hylocereus spp.*)**

Por:

JANETTE E. CARRERA GARCIA

**MONOGRAFIA**

Presentada como Requisito Parcial para

Obtener el Título de:

Ingeniero Agrónomo en Horticultura

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

Marzo de 1998

**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA**

**"ANTONIO NARRO"**

**DIVISION DE AGRONOMIA**

**DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA**

**EL CULTIVO DE LA PITAHAYA (*Hylocereus spp.*)**

**MONOGRAFIA**

**POR:**

**JANETTE E. CARRERA GARCIA**

**QUE SOMETE A CONSIDERACIÓN DEL H. JURADO EXAMINADOR  
COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TITULO DE:  
INGENIERO AGRONOMO EN HORTICULTURA**

**APROBADA**

---

**ING. ELISEO S. GONZALEZ SANDOVAL  
PRESIDENTE DEL JURADO**

---

**ING. SERGIO RUBEN PEREZ RIOS  
PRIMER VOCAL**

---

**ING. GUILLERMO GALVAN GALLEGOS  
SEGUNDO VOCAL**

---

**M. C. MARIANO FLORES DAVILA  
COORDINADOR DE LA DIVISION DE AGRONOMIA**

**BUENAVISTA, SALTILLO, COAH.**

**MARZO DE 1998**

## DEDICATORIA

*Separados de vosotros por un poco de  
tiempo, de vista pero no de corazón,  
tanto más procuramos con mucho  
deseo ver vuestro rostro.*

*1a. Tesalonicenses 2:17*

*Doy gracias a mi Dios siempre que  
me acuerdo de vosotros.*

*Filipenses 1:3*

**A mis padres y hermanos:** Con gratitud; por su cariño, apoyo, comprensión y por su confianza que en mí depositaron para seguir adelante y alcanzar esta meta.

## **AGRADECIMIENTOS**

A mi "Alma Mater", la Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro", noble institución que me abrió sus puertas y me brindó la oportunidad de instruirme para servir a la sociedad.

Al Ing. Eliseo S. González Sandoval, por haberme orientado a realizar la presente monografía y por su apoyo en la dirección de la misma.

Al Ing. Rubén Pérez Ríos, por la disponibilidad de su tiempo para la revisión, corrección y sugerencias, que mucho contribuyeron a mejorar la presentación y redacción del presente escrito.

Al Ing. Guillermo Galván Gallegos por las correcciones y recomendaciones para la realización del presente trabajo.

A los amigos "Buitres", administrativos, académicos y estudiantes por que su amistad y apoyo hizo más grata mi estancia en la Universidad y en Saltillo; a cada uno de ustedes gracias.

A las familias de Saltillo, gente amable y sencilla que me brindaron su amistad.

A los compañeros de la generación LXXXII, con quienes conviví durante cinco años y compartí jornadas que son recuerdos inolvidables.

## **INDICE DE CONTENIDO**

	Página
<b>DEDICATORIA</b>	I
<b>AGRADECIMIENTOS</b>	II
<b>INDICE DE CUADROS</b>	VII
<b>INDICE DE FIGURAS</b>	VIII
<b>INTRODUCCION</b>	1
<b>Objetivo</b>	3
<b>REVISION DE LITERATURA</b>	
<b>I. Cactáceas en general</b>	4
1.1. Historia	4
1.2. Distribución geográfica	5
1.3. Ubicación taxonómica	6
1.4. Empleo e importancia	7
<b>II. Distribución geográfica e importancia de <i>Hylocereus spp.</i></b>	12
2.1. Distribución geográfica nacional	12
2.2. Distribución geográfica mundial	13
2.3. Antecedentes	14
2.4. Usos	15
<b>III. Taxonomía de <i>Hylocereus spp.</i></b>	18
3.1. Ubicación taxonómica	18
3.1.1. Clave de subfamilias	20
3.2. Especies más importantes	22
<b>IV. Zonas productoras</b>	25

4.1. Productores nacionales	25
4.2. Superficie sembrada en 1995	26
4.3. Situación del cultivo	27
4.4. Productores extranjeros	29
<b>V. Características morfológicas y fisiológicas</b>	<b>33</b>
5.1. Generalidades	33
5.2. Raíz	36
5.3. Areolas	39
5.4. Tallo	40
5.5. Flor	45
5.5.1. Polinización	49
5.6. Fruto	55
5.6.1. Contenido nutricional	58
5.7. Semilla	61
5.8. Fisiología	62
<b>VI. Condiciones climáticas y edáficas</b>	<b>67</b>
6.1. Hábitat	67
6.2. Luz	68
6.3. Temperatura	69
6.4. Clima	69
6.5. Altitud y precipitación	70
6.6. Suelo	70
<b>VII. Propagación</b>	<b>71</b>

7.1. Reproducción sexual	72
7.1.1 Preparación de almácigos	73
7.1.2. Transplante	75
7.2. Reproducción asexual	76
7.2.1. Por estacas	77
7.2.2. Por hijuelos	78
7.2.3. Por injerto	78
7.3. Plantación	80
<b>VIII. Manejo del cultivo</b>	<b>83</b>
8.1. Tutorado	83
8.2. Fructificación	85
8.3. Poda	86
8.4. Riego	87
8.5. Fertilización	89
<b>IX. Plagas, enfermedades, malezas y su control</b>	<b>91</b>
9.1. Plagas	91
9.2. Enfermedades	95
9.3. Malezas	96
<b>X. Cosecha y manejo de postcosecha</b>	<b>97</b>
10.1. Indices de cosecha	97
10.2. Cosecha	98
10.2.1. Rendimiento	98
10.3. Operaciones en el local de empaque	99

10.3.1. Recepción	99
10.3.2. Lavado y secado	99
10.3.3. Clasificación y normas	100
10.3.4. Empaque	104
10.3.5. Almacenamiento	106
<b>XI. Comercialización</b>	<b>107</b>
<b>XII. Conclusiones</b>	<b>111</b>
<b>Literatura citada</b>	<b>114</b>

## INDICE DE CUADROS



	Página
Cuadro No. 1. Siembra y producción de pitahaya ( <i>Hylocereus spp.</i> ) en 1995.	26
Cuadro No. 2. Cultivo de pitahaya, Tabasco, costo de mano de obra y mecanización	31
Cuadro No. 3. Cultivo de pitahaya, Tabasco, costo de inversión e insumos.	32
Cuadro No. 4. Etapas de floración y fructificación de <i>Hylocereus undatus</i> .	48
Cuadro No. 5. Días observados de la emergencia de la yema floral hasta madurez de consumo del fruto ( <i>H. undatus</i> )	49
Cuadro No. 6. Contenido nutricional den 100 gramos de pulpa de fruta de pitaya ( <i>Selenicereus megalanthus</i> )	58
Cuadro No. 7. Minerales encontrados en la pitaya amarilla ( <i>Selenicereus megalanthus</i> )	59
Cuadro No. 8. Composición nutritiva de 100 g de pulpa de pitahaya ( <i>Hylocereus undatus</i> )	59
Cuadro No. 9. Calibración por peso de fruto de pitaya amarilla ( <i>Hylocereus triangularis</i> )	102

## NDICE DE FIGURAS

Página

Figura No. 1. Forma de los tallos y espinas en pitahaya roja ( <i>Hylocereus ocamponis</i> )	44
Figura No. 2. Dibujo esquemático de la flor de <i>Hylocereus spp.</i>	50
Figura No. 3. Flor de <i>H. undatus</i> , vista de perfil y de frente	51
Figura No. 4. Flor de <i>H. undatus</i> , corte transversal	52
Figura No. 5. <i>Hylocereus napoleonis</i>	53
Figura No. 6. Etapas durante la apertura floral de <i>H. undatus</i>	54
Figura No. 7. Cambios morfológicos desde la emergencia de la yema floral a fruto en <i>H. undatus</i>	60

## INTRODUCCION



□□°W□□□□□°W□□□□□°W□□□□□ÊW□□R□□□□X□□°□□°W□□□□□□ÿ

□□V□□□ÖY□□:□□□□Z□□□□□□ Z□□□□□□ Z□□□□□□ Z□□□□□□ Z□□□□□□

Z□□□□□□







## **Objetivo:**

Conjuntar información existente sobre pitahaya (*Hylocereus spp.*), en lo que se refiere al cultivo en general y, que la presente compilación pueda servir de base para trabajos de investigación y proyectos enfocados a esta especie.

## **I. Cactáceas. Generalidades**

### **1.1. Historia**

A principios del descubrimiento de América las cactáceas fueron conocidas en Europa, causando gran asombro y admiración por lo exótico y peculiar de su aspecto y pronto se ocuparon de ellas botánicos médicos y horticultores (Bravo, 1978).



Cuando a los primeros exploradores españoles llegaron a tierras americanas mucho asombro les causó ver unas extrañas plantas armadas de espinas, mayor fue su asombro al encontrar que estas plantas producían unos deliciosos frutos jugosos, dulces y frescos de delicado sabor y aroma muy gustados por los nativos (Grande, 1995).

La palabra cacto proviene del latín “cactus” y ésta del griego “cacto” que significa planta espinosa (Vélez, 1980).

La primera obra en que se hace alusión a dichas plantas en la Historia General y Natural de las Indias, publicada en 1535, casi a raíz de la conquista, y escrita por el capitán Hernández de Oviedo y Valdéz, primer cronista del Nuevo Mundo.

En nuestro país como ya se mencionó las cactáceas han sido motivo de importancia desde tiempos remotos. La historia y el folklor registra la reelevancia que adquirieron entre las tribus prehispánicas según se dice de sus tradiciones y teogonías, códices, monumentos descritos antes de su destrucción y de las numerosas veces con que las designaron y que aún persisten en nuestros días (Bravo, 1978).

Entre los nombres vulgares que actualmente se dan a estas cactáceas, hay algunos de procedencia haitiana, como el de “tuna” que fue empleado para designar el fruto de las *opuntias*, y que literalmente significa “agua”, y el de “pitahaya” que significa “fruta escamosa” (Reyes, 1995).

## 1.2. Distribución geográfica

Las cactáceas, son autóctonas del Continente Americano, en donde se encuentran distribuidas especialmente en las regiones áridas y semiáridas (Bravo, 1978). Aunque algunas especies crecen como epífitas en las regiones selváticas, actualmente están muy difundidas en casi todo el mundo, habiéndose introducido accidentalmente o como plantas de ornato.

Actualmente están distribuidas desde el Sur de Canadá hasta el estrecho de Magallanes en América del Sur (Reyes, 1992). Específicamente se distribuyen desde el Sur de Norteamérica, alcanzando Las Antillas y bajando en dos vertientes: hacia Perú y Chile, otra hasta el altiplano de Bolivia (Gutiérrez, 1983).

De la extensa superficie con que cuenta el territorio nacional, 80 millones de hectáreas pertenecen a las zonas áridas y semiáridas distribuidas en el norte, centro y sur de la República Mexicana. Las condiciones ecológicas propias de estas zonas han ido seleccionando tipos de vegetación específica entre los cuales se encuentran un número muy reducido de especies frutícolas. La naturaleza ha dotado a estas plantas de características muy especiales: hojas modificadas, gruesas cutículas impregnadas de ceras que abaten el umbral calórico, sistema radical intensamente ramificado, a escasa

profundidad, tejidos crasos, etc.; gracias a las cuales la vida está presente en estas regiones (Llamas, 1984).

### 1.3. Ubicación taxonómica

Esta familia está constituida por unos 125 géneros con unas 1,500 a 2,000 especies, agrupadas en tres tribus o subfamilias (Domínguez, 1976)

Reino.....*Vegetal*  
Orden.....*Cactales* Britton et Rose  
Familia.....*Cactaceae* Lindley  
Subfamilias.....*Pereskioideae* Schum  
*Opuntioideae* Schum  
*Cereoideae* Schum

(Bravo, 1978)

### 1.4. Empleo e importancia

Las crónicas y cartas de los conquistadores a sus superiores, así como las narraciones de los misioneros además de los historiadores de México, indican diversos usos de las cactáceas como: alimentos, bebidas, materiales de construcción, armamentos, herramientas, gomas, tinturas, medicinales, objetos de comercio en los mercados, en las ceremonias religiosas (Moreno, 1995).

El valor de las cactáceas mexicanas como plantas de ornato ya era apreciado por los pueblos mesoamericanos, entre los cuales destacaban los mexicas, quienes cultivaban algunas especies de los géneros *Aporocactus*, *Epiphyllum*, *Heliocereus*, *Hylocereus*, *Nyctocereus*, *Nopalxochia* y *Selenicereus*, por sus grandes y vistosas flores (Sánchez, 1982).

El peyote (*Lophophora williamsii*), se ha utilizado con propósitos religiosos por algunas tribus por su contenido en alcaloides alucinógenos.

Los aztecas teñían sus telas de rojo, con un insecto, cochinilla de nopal (*Dactylopius coccus*) que vive en varias especies de nopales. El rojo de cochinilla constituyó un artículo de exportación durante la colonia y aún ahora tiene demanda comercial (Domínguez, 1976).

Después de la conquista de América y durante el período colonial, las cactáceas llamaron la atención de los europeos debido a las formas exóticas, la variedad de sus espinas, la belleza de sus flores y sus diferentes usos. Motivado por tales

descubrimientos, el rey Felipe II de España envió a Francisco Hernández a la Nueva España para recabar información sobre los recursos naturales.

Fue tan importante el impacto de estas especies que a principios del siglo XX existían ya numerosos jardines botánicos y colecciones de cactáceas en Europa Central y en Estados Unidos de Norteamérica, así como asociaciones dedicadas al intercambio de conocimientos sobre la taxonomía, mantenimiento y cultivo de las cactáceas. Esta actividad disminuyó durante la Revolución Mexicana, pero al término de la segunda Guerra Mundial, se reanudó la colecta de cactáceas con la aparición de más agrupaciones dedicadas a su estudio y cultivo. Dichas asociaciones editaron revistas y boletines sobre el tema, algunas de las cuales continúan actualmente. Desde la década de los años cincuenta hasta en la actualidad, los aficionados en Europa y en países como Japón y Estados Unidos han aumentado. Para satisfacer esta gran demanda surgen establecimientos comerciales dedicados a la exportación ilegal, aunque dicha tendencia ha cambiado para reproducirse y multiplicarse con técnicas vanguardistas y modernas como la propagación *in vitro*, apoyados fuertemente con el uso de invernaderos (Reyes\*, 1995).

En un estudio realizado en Venezuela acerca de los hábitos alimentarios en ese país, se conoció que los indios Guajitos, quienes habitan la Península de Guajira, obtenían de los cactus una harina, la cual consumían en forma de una sopa condimentada. También en las islas de Atuba y Curazao, sus moradores obtenían una

harina similar y con ella preparaban un plato popular conocido como "sopi de cadushi", cuyo consumo es tradicional (Vélez, 1980).

De las cactáceas globulares (biznagas), se cuece la pulpa con azúcar para obtenerse un dulce muy apreciado. Los frutos "chilillos" de algunas biznagas son comestibles (Domínguez, 1976).

Una especie importante como es el nopal (*Opuntia spp.*), es usado como alimento forrajero, principalmente para ganado ovino, caprino y bovino. Se utiliza extensivamente en el norte del país y en menor proporción en la parte central. Entre las especies más consumidas por el ganado en el Valle de México se encuentran *O. streptacantha*, *O. robusta* y *O. leindheimorie* (Serrano, 1983).

Las frutas del nopal, conocidas comúnmente como tunas son consumidas en fresco, así mismo, las cáscaras de estas en algunos casos son dadas a los porcinos. Otra planta utilizada como forraje es la "biznaga" (*Echinocactus ingansi*), en épocas muy secas esta cactácea se parte a la mitad y se le da la pulpa a las cabras, garantizando así el líquido suficiente para su subsistencia (Moreno, 1995).

No obstante, su uso no debe quedar restringido solamente al de fruta fresca, debe analizarse el uso integral que esta planta puede ofrecer, como el caso de *Opuntia*,

de la cual se han logrado obtener un gran número de subproductos que van desde la obtención de alimentos hasta su uso industrial (Ortíz, 1995).

Las espinas fuertes y robustas de varias cactáceas fueron utilizadas como agujas de coser y bordar, para grabar piezas de cerámica o como instrumentos de punción.

Las cactáceas productoras de sapogeninas proporcionan a los indígenas un sustituto del jabón, se sabe que los nabajos usaron los grandes tubérculos de *Peniocereus greggii* para tal efecto, y en el sur de México algunas comunidades indígenas aún usan los tallos molidos de algunas especies de *Stenocereus* aunque en general prefieren las hojas de agave. El mucílago producido por la mayoría de las cactáceas es usado por distintos grupos étnicos como una fuente de pegamento que principalmente se obtienen de *Opuntia*, *Stenocereus*, *Pachycereus* y *Ariocarpus* (Sánchez, 1982).

Actualmente, las cactáceas son fuente de innumerables productos para la alimentación humana y animal, la medicina, las cosmetología, la obtención de colorantes y la artesanía, así también como fuente de azúcar, alcohol, vinagre, mucílagos, gomas, pectina, fibras pulpas para la extracción de papel y de materiales aislantes, fuente de sustancias diversas (potasa, ácido oxálico, amoníaco, carbonato de potasio, etc.) y como fuente de energía, combustible, material de construcción y en la protección y mejoramiento de suelos entre otros, además de su importancia en el aspecto ornamental (Rojas, 1995 y Ortíz, 1995).

Los tallos del género *Stenocereus* son utilizados como: Combustible; una vez secos, son fraccionados y almacenados y posteriormente utilizados para hacer fogatas con diferentes fines. En la construcción son utilizados como setos vivos para cercas de habitaciones, parcelas corrales y huertos. Cortados y hervidos sirven para producir un pigmento negro que se utiliza para pintar y proteger a la madera que se encuentra a la intemperie. Cortado en rodajas y hervidos se pone sobre contusiones, dicen que tiene un carácter calmante y emoliente (Rodríguez, 1983).

## II. Distribución geográfica e importancia de *Hylocereus spp.*

### 2.1. Distribución geográfica nacional

En México, este género es posible encontrarlo en varios estados de la República: Puebla, Campeche, Tabasco, Veracruz, Chiapas, Nayarit, Tamaulipas, Colima, Oaxaca, entre otros estados, donde por lo menos tres especies son bien conocidas: *Hylocereus undatus*, *Hylocereus purpussi*, e *Hylocereus ocamponis* (Bravo, 1978).

*Hylocereus spp.* es una cactácea que se encuentra distribuida en México en ambientes contrastantes por su cantidad de precipitación, donde existen las selvas bajas caducifolias hasta selvas altas perennifolias. El aprovechamiento actual de esta especie



en México es principalmente a través de la recolección de frutos en estado silvestre o bien de su cultivo en huertos familiares (Ortíz, 1995).

En el estado de Oaxaca es posible encontrarla en las regiones del Istmo, Costa, Cañada y Valles Centrales, trepando sobre troncos de especies arbóreo arbustivas o sobre bardas de piedra, palos o carrizo (Ortiz *et al*, 1992).

En Yucatán existe una variedad como fruto más globoso y pulpa purpúrea que recibe el nombre local de "chacoub", y hay otra más, de tipo menos globoso y pulpa blanquecina a la que llaman "zacoub" (Sánchez, 1984).

En Rayón, S.L.P., esta especie se encuentra en forma silvestre en los puntos húmedos del municipio y particularmente en la parte de transición de la parte semiárida a la parte húmeda (Huasteca Potosina) y específicamente en las rancherías de "Potrero del carnero", "San Felipe de Jesús Gamotes", "Gamotes" y "La Lloviznosa", observándose que existe un gran número de huertos familiares en la parte semiárida que cuentan con dicha especie calculándose un 90% de huertos con *H. undatus* (Méndez, 1993).

## 2.2. Distribución geográfica mundial

La tribu *Hylocereae* se diferenci6 en el 6rea caribe6a en varios g6neros, la mayor6a de los cuales llegaron hasta M6xico en donde actualmente viven en distintos h6bitats, especialmente como ep6fitas (Bravo, 1978).

La pitahaya (*Hylocereus spp.*) es un cactus suculento, r6stico originario de Am6rica tropical, distribuido desde las costas de Florida, M6xico, Guatemala, Costa Rica, Venezuela, Curazao, Panam6, Uruguay, Ecuador, Per6 y Brasil (Ort6z, 1994).

Sus representantes habitan las selvas h6medas de Am6rica tropical. En Cuba *Hylocereus undatus* (Haw.) Britt et Rose es la especie m6s com6n naturalizada en todo el pa6s (Guti6rrez, 1983).

Este g6nero comprende de 16-18 especies distribuidas en las Antillas, M6xico, Am6rica Central y el Norte de Sudam6rica (Ort6z, 1994)

### 2.3 Antecedentes

A los frutos de diversas cact6ceas pertenecientes a las tribus *Hylocereae*, *Pachycereae* y *Echinocereae* se les designa con el nombre gen6rico de "pitaya" voz de origen quechua (antillano), introducida al pa6s por los conquistadores espa6oles. De esta voz se han derivado distintas formas ortogr6ficas y fon6ticas, tales como: "pitahaya", "pitalla", "pitahajaya", "pitaja", "pitajaya", sin embargo algunos autores opinan que no son sin6nimos.

En los nombres de origen náhuatl de algunas especies de la tribu *Hylocereeae* se encuentra el término nochtli, como en cuauhnoctli término que según la descripción que hace Hernández, hoy sabemos que se aplicaba a las especies del género *Hylocereus*, el radical cuauh, tomado del cuahuatl, significa árbol, y en este caso especial indica el lugar en que la planta vive ya que crece especialmente sobre los árboles (Bravo, 1978).

Esta planta se le puede encontrar en diversos estados de la República Mexicana y es conocida con diversos nombres, entre los cuales figuran: pitaya orejona, pitajaya, junco, junco tapatío, flor de cáliz, sin embargo, es común llamarla reina de la noche, debido a la belleza de sus grandes flores de fragancia exquisita que abren solamente durante una noche (Ortíz, 1994).

#### 2.4. Usos

Uno de los géneros con potencial ornamental y frutícola existente en nuestro país en el Bosque Tropical Caducifolio, es el género *Hylocereus*, del cual prácticamente no se ha realizado ningún tipo de estudio para su explotación ornamental y frutícola. Las plantas de este género, son factibles de encontrarse en este tipo de vegetación siendo una de las pocas trepadoras epífitas representativas de estos lugares y sólo se les encuentra con cierta abundancia en sitios protegidos sobre todo en Cañadas (Ortíz *et al*, 1992).

Dentro de la flora yucateca se encuentra *Hylocereus undatus*, cuyas flores preparadas en infusión y administrada de manera oral, es usada contra algunas enfermedades del corazón, y que la savia en infusión y aplicada localmente sirve para desinfectar llagas y madurar ciertos tumores (Ortíz 1995). En Yucatán el tallo y la flor la utilizan para curar afecciones de los riñones, así como para preparar shampoo casero para controlar la caspa y el dolor de cabeza (Rodríguez, 1983).

Recientemente este fruto ha sido incluido también dentro de las 264 especies de fruta, de una nueva línea llamada frutorerapia, que pretende alternativas para cambiar alguno medicamentos para tratar diversas enfermedades y problemas de belleza (Ortíz, 1995).

En las regiones más áridas los tallos de *Hylocereus undatus* cuando son "tiernos" la gente los come "guisados" estilo "nopalitos". Las flores de *Hylocereus undatus* debido a su tamaño y color, son muy "vistosas" por lo que son utilizadas como ornato, pero con desventaja que únicamente "abren" en la noche y parte del día. Por otro lado los pobladores comentan que estas flores después de que "abren" son "picadas" y "guisadas" (Méndez, 1993).

Una planta puede lograr su belleza ornamental una vez por la época de floración, otra vez por el colorido de sus frutos y otra más en la época de reposo por la arquitectura de la planta. Asimismo, algunos países como Japón , utilizan a *Hylocereus trigonus* a través de sus cultivos *in vitro*, por ser un excelente patrón o portainjerto para

injertar otro tipo de cactáceas que carecen de clorofila, y que posteriormente son enviados a nuestro país para su venta.

En México existen muchos frutales nativos e introducidos que tienen reconocida demanda en el mercado. Varios de estos frutales pueden ser alternativas productivas, por lo que se deben evaluar adecuadamente. en algunos casos incluso ya existe experiencia en su manejo. La pitahaya, tiene amplia demanda en algunas regiones del país donde es un fruto popular (Méndez, 1993).

### III. Taxonomía de *Hylocereus spp.*

#### 3.1. Ubicación taxonómica

La pitaya pertenece a los géneros *Hylocereus* y *Acanthocereus*, entre los que se encuentran las especies *Acanthocereus pitaya* Jacq. e *Hylocereus triangularis* L. o pitaya amarilla. Con referencia a esta última, por trabajo de investigación hecho en la Universidad de Geisenheim, Alemania (1989) se ha sugerido que se trata más bien de *Selenicereus megalanthus* Schuman ex. F. Vangel (sinónimo) *Medicocactus megalanthus*. En algunas ocasiones podemos encontrar algunos otros nombres considerados sinónimos como: *Cereus triangularis*, para *Hylocereus triangularis* (L). *Cereus trigonus costaricensis*, para *Hylocereus costaricensis* (Reyes, 1995; Becerra, 1994).

De acuerdo a lo señalado por varios autores citados por Bravo (1978), la clasificación de *Hylocereus spp.* es la siguiente:

**Reino:** *Vegetal*  
**Orden:** *Cactales*  
**Familia:** *Cactaceae* Lindley  
**Subfamilia III:** *Cereoideae* Schum (Britton et Rose)  
**Tribu I:** *Hylocereae* (Britton et Rose)

<b>Subtribu:</b>	I. <i>Nyctocereinae</i> Buxb	
<b>Línea:</b>	B. <i>Acanthocerei</i> Buxb	C. <i>Heliocerei</i> Buxb.
<b>Género:</b>	9. <i>Acanthocereus</i> (Berg.) Britt et. R.	10. <i>Heliocereus</i> (Berg.) Britt. et. R.
<b>Especie:</b>	<i>spp.</i>	<i>spp.</i>

<b>Subtribu:</b>	II. <i>Hylocereinae</i> Britton et Rose emend buxb.	
<b>Línea:</b>	---	---
<b>Género:</b>	13. <i>Hylocereus</i> (Berg.) Britton et Rose	15. <i>Selenicereus</i> (Berg.) Britt. et Rose
<b>Especie:</b>	<i>H. purpusii</i> <i>H. undatus</i> <i>H. ocamponis</i> <i>H. spp.</i>	<i>spp.</i>

### 3.1.1 Clave de subfamilias

<p>A. Hojas anchas y aplanadas, las glóquidas faltan; flores pedunculadas, con frecuencia en inflorescencias.....</p>	<p>I. <i>Pereskioideae</i></p>
<p>AA. Hojas (excepto en <i>Pereskia</i>) subuladas, cilíndricas y caducas o reducidas a escamas o primordios microscópicos; flores sésiles.....</p>	<p>II. <i>Opuntioideae</i></p>
<p>B. Areolas casi siempre con glóquidas; tallos con hojas subuladas casi siempre caducas; perianto rotado, en <i>Nopalea</i> tépalos erectos</p>	
<p>BB. Areolas sin glóquidas; limbo de las hojas ausente; flores con tubo receptacular más o menos largo.....</p>	<p>III. <i>Cereoideae</i></p>

(Bravo, 1978).

Entre los *Hylocereus* conocidos, esta especie puede así quedar ubicada:

1. Costillas con bordes suberificados. Escamas del pericarpelo imbricadas



2. Espinas cónicas, cortas, hasta 4 mm de largo, con la base ensanchada en un bulbo	
3. Tallos verdes. Escamas del pericarpelo con bordes nunca rojos, carnosas, con el ápice acuminado o <i>H. undatus</i> atenuado.....	
3. Tallos verde-azulosos. Escamas del pericarpelo con bordes rojos, con el ápice obtuso.....	<i>H. Purpusii</i>
2. Espinas aciculares de 5-12 mm de largo.....	<i>H. triangularis</i> = <i>H. ocamponis</i>
1. Costillas sin bordes suberificados. Escamas del pericarpelo no imbricadas.....	
4. Tallo trialado. Espinas 8-9, aciculares, hasta de 5 mm de largo.....	<i>H. trigonus</i>
4. Tallo con 5-6 costillas, rara vez 3. espinas hasta de 4 cm de largo.....	<i>H. napoleonis</i>

(Scheinvar, 1985).

La subfamilia *Ceroideae* incluye gran cantidad de géneros distribuidos en toda América, con hábitos muy variados. Esta subfamilia está representada en México por cinco tribus: *Hylocereae*, *Pachycereae*, *Echonocereae*, *Notocacteae* y *Echinocereae* (Bravo, 1978).

De los 143 géneros comprendidos en esta familia 61 están en México, 31 en Estados Unidos y 51 en América del Sur (Conaza, 1990).

### 3.2. Especies más importantes

Existen una gran cantidad de especies, las descripción de las tres principales se dan a continuación.

#### *Hylocereus purpusii* (Weingart) Britton et Rose

Plantas epífitas o con tallos trepadores, azulados. Costillas 3 ó 4 con márgenes cornificados y ligeramente ondulados. Areolas pequeñas. Espinas 3 ó 6, cortas, cónicas, morenas. Flores de 25 cm de largo y de ancho cuando están bien abiertas; segmentos exteriores del perianto angostos, color rosa, acuminados, los intermedios amarillentos y los interiores blancos con la punta amarillenta; estilo grueso, amarillo; lóbulos de estigma 20, amarillentos.

#### *Hylocereus ocamponis* (Salm-Dyck) Britton et Rose.

Tallos triangulares, al principio verdes, después glaucos, con raíces aéreas que alcanzan 2 a 3 m de largo y 5 a 8 cm de diámetro, articulados, más o menos ramificados. Costillas onduladas con margen cornificado, color café amarillento. Areolas distantes entre sí 2 a 4 cm situadas al principio de cada ondulación, con fieltro blanco. Espinas 5 a

8, de 5 a 12 mm de longitud, aciculares, delgadas, amarillentas o blanco amarillentas. Flores de 25 a 30 cm de largo; segmentos exteriores del perianto lanceolados, largamente acuminados, verdosos, extendidos o reflexos; segmentos interiores del perianto oblongos, acuminados, blancos; ovario con escamas imbricadas, ovadas, con margen purpúreo; estilo grueso, lóbulos del estigma 22, lineares, enteros, verdes. Fruto rojo púrpura, ovoide, de 10 cm de longitud y 7 cm de diámetro, indehisciente, con escamas pequeñas, lanceoladas, acrescentes hacia el ápice, de 1 a 2 cm de largo y 2.5 cm de ancho; pulpa abundante. Semillas negras.

*Hylocereus undatus* (Haworth) Britton et Rose in Britton.

Plantas terrestres o epífitas. Tallos triangulares, verdes, a veces, con la edad, más o menos glaucos, que trepan por los árboles o por los muros, son muy largos y ramificados, de 5 a 6 cm de diámetro. Costillas casi siempre 3, anchas, delgadas, margen sinuado, con la edad algo corneo. Areolas distantes entre sí 3 a 4 cm. Espinas 1 a 3 pequeñas, de 2 a 4 cm de largo. Flores cerca de 30 cm o más; segmentos exteriores del perianto verde amarillentos, encorvados hacia atrás; segmentos interiores blancos, erectos, oblanceolados, anchos, enteros, apiculados; filamentos delgados, color crema; estilo grueso, de 7 a 8 mm de diámetro, color crema; lóbulos del estigma como 24, delgados enteros, crema. Fruto oblongo de 10 a 12 cm de diámetro, rojo purpúreo, con grandes escamas foliáceas más o menos caducas al madurar, es comestible y tiene pulpa blanca. Semillas pequeñas negras (Bravo, 1978).

## **IV. Zonas productoras**

### **4.1. Productores nacionales**

En Tabasco y península de Yucatán se desarrollan especies de pitahayas de clima cálido, *Hylocereus spp.*, *Hylocereus ocamponis*, *Hylocereus undatus*, existen huertas de

traspatio que producen para el consumo interno, nacional en orden de importancia, Campeche, Estado de México, Tabasco, Veracruz, Chiapas, Jalisco, Sinaloa, Yucatán, Puebla.

Se tiene la pitahaya en huertas a nivel traspatio desarrollándose en las bardas de piedras, se apoya y logra obtener una producción de hasta 70 pitahayas por planta, sin darle un manejo técnico y sin cuidar la producción del ataque de plagas y enfermedades. De igual forma se trabaja en las huertas, en el estado de Puebla, en donde existen especies de pitahayas rojas, con pulpa blanca y de pulpa roja vinosa; asimismo podemos mencionar a las pitahayas en Tabasco desarrollándose como epífitas en los árboles que sirven para dar sombra al cacao. En Tabasco la superficie sembrada actualmente es de 20 hectáreas, en forma compacta (Reyes, 1995).

#### 4.2. Superficie nacional sembrada de pitahaya (*Hylocereus spp.*)

La superficie total nacional registrada en cuanto a la pitahaya abarca muy pocos estados y sólo se concreta a Michoacán, Oaxaca y Yucatán.

En el cuadro No. 1 se pueden apreciar las cifras de siembra, cosecha y producción.

Cuadro No. 1 Siembra y producción de pitahaya (*Hylocereus spp.*) en 1995.

Estados	Sup. Sembrada (Ha.)			Sup. Cosechada (Ha.)			Producción		
	Riego	Temp	Total	Riego	Temp	Total	Riego	Temp	Total
Michoacán	-	3	3	-	3	3	-	24	24
Oaxaca	-	35	35	-	31	31	-	310	310
Yucatán	-	4	4	-	4	4	-	10	10
Total	-	42	42	-	38	38	-	344	344

(SAGAR, 1995).

#### 4.3. Situación del cultivo

Todos los costos de establecimiento y mantenimiento de la plantación son recuperables en los primeros años de producción del cultivo, siempre que se asocie con cultivos de ciclos cortos. Un ejemplo de ello se desarrolla en Tabasco donde siembran pitahaya y en las calles papaya hawaiana con 24 meses de producción, melón con tres meses de ciclo; sus altos precios en los mercados estatales y regionales, se debe a que su producción es escasa y en forma silvestre. En la primera huerta cultivada su producción la realizaron a los 18 meses después de la siembra.

La oferta de la pitahaya en el mercado regional es estacional, dado que su oferta es muy reducida, su cosecha se realiza de plantas silvestres y de huertas de traspatio (Reyes, 1995).

Actualmente, el cultivo comercial de la pitahaya en Tabasco es muy reducido, por lo cual no se le ha dado la debida atención al estudio de esta especie como fruto exótico. en la actualidad, la Secretaría de Desarrollo en Tabasco (SEDES) realiza esfuerzos para integrar, a través de la investigación del estado, la tecnología de la producción de la pitahaya (*Cereus triangularis*, *Hylocereus ocamponis* e *H. undatus*), la cual es considerada de importancia estratégica para la diversificación de la población agrícola estatal (Bolaina, 1994).

El precio promedio al cual se adquirió la pitahaya en 1995 en el mercado fue de \$15.00 el kg. estas pitahayas provenientes de recolecciones de huertas de traspatio de las zonas mayas de Campeche y Yucatán, pitahayas de pulpa roja y pulpa blanca que provienen de huertas silvestres del estado de Puebla (Reyes, 1995).

*Hylocereus spp.*, es un recurso fitogenético que cuenta con alto valor potencial debido a que: 1) existe tradición en su utilización en algunas regiones de México; 2) su fruto tiene demanda local, nacional e internacional; 3) es factible el uso integral de la planta; 4) tiene amplia distribución geográfica; 5) presenta amplia variabilidad genética y 6) la selección por el hombre se puede considerar incipiente (Ortíz, 1995).

En Tabasco en 1989, se inició el primer establecimiento del cultivo de *Hylocereus* spp. e *H. ocamponis* Britton et Rose (pitaya roja), en una huerta ubicada en un municipio del centro del estado; realizando un trabajo de extrapolación de tecnologías aplicadas en Colombia para el cultivo de la pitaya o pitahaya amarilla, esta especie se cultiva específicamente para el mercado de Alemania (*Acanthocereus pitahaya* Jaq. Dugand). Siendo esta la primera huerta establecida con fines de investigación (Reyes, 1995).

Dentro de los datos obtenidos en lo referente a inversión de recursos, mano de obra y mecanización para el cultivo de la pitahaya en Tabasco, se detallan en los cuadros No. 2 y 3.

#### 4.4. Productores extranjeros

El país que tiene mayor superficie sembrada para exportación es Colombia y la superficie sembrada, hasta 1991 fue de 45 has., con rendimiento promedio de 6 a 7 toneladas por ha., sus principales compradores en 1988 a 1989, fueron Japón, Estados Unidos, Alemania, Alemania y Canadá.

El segundo país productor es Nicaragua. En 1989, se inicia un proyecto sembrando 150 has., de pitahaya roja de pulpa roja, con rendimiento promedio de 12 ton/ha., su principal mercado fue la Comunidad Económica Europea. Rendimiento por ha., 12 ton/ha. Actualmente se está reactivando el mercado, de exportación para este país. A Canadá están llegando pitahayas provenientes de Malasia (Reyes, 1995).



En Nicaragua se tenían sembradas alrededor de 400 hectáreas con esta especie. Asimismo se menciona que esta especie se le cultiva en Vietnam, donde se le conoce como “Fruta del Dragón”. Nicaragua es el principal exportador de esta especie como fruta fresca en Europa y de pulpa congelada a los Estados Unidos, donde ha tenido gran aceptación. Se cultiva también en el extranjero, en muchos países del mundo, tan lejanos algunos, como en China (Sánchez, 1984 y Ortiz, 1985). En 1991, se enviaron las primeras muestras de pulpa de pitahaya a Estados Unidos y Europa, teniendo buena aceptación en ambos mercados.

En 1993, se inició la exportación de fruta fresca a Holanda y pulpa a EE. UU., creando grandes expectativas entre los productores del rubro (López, 1996).



Cuadro No. 2

CULTIVO DE PITAHAYA TABASCO COSTO DE MANO DE OBRA Y MECANIZACIÓN														
Concepto	Unidad	AÑOS												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
Preparación del terreno	Jornal	6 jornales												
Mecanización	Hectárea	N\$700.00												
	a													
Mano de obra: trazado, ahoyado y trasplante	Jornal	20												
Trasplante de tutor	Jornal	10	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Deschupe de tutor	Jornal	10	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Conducción de tutor	Jornal	10	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Conducción de planta	Jornal	10	2	2	2	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Desyerbes	Jornal	20	15	15	10	10	10	6	6	6	6	6	6	6
Control sanitario	Jornal	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24
Aplicación de fertilizantes	Jornal	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
Podas y entresacas	Jornal	0	1	2	2	4	4	6	6	6	6	6	6	6
Recolección, selección y empaque	Jornal	0	6	6	8	10	10	12	12	12	12	12	12	12
Jornales anuales		110	66	67	64	70	70	70	70	68	68	68	68	68
Importe de jornal \$N17.00 con incremento anual del 10%		17.00	19.70	20.57	22.63	24.89	27.38	30.12	33.13	36.44	40.09	40.09	40.09	40.09
Importe anual mano de obra		N\$1,870.00	1,234.20	1,378.19	1,448.13	1,742.28	1,916.51	2,108.16	2,318.97	2,477.99	2,725.79	2,725.79	2,725.79	2,725.79
Suma de mano de obra y mecanización		N\$2,570.00	1,234.20	1,378.19	1,448.13	1,742.28	1,916.51	2,108.16	2,318.97	2,477.99	2,725.79	2,725.79	2,725.79	2,725.79

(Reyes, 1995).

Cuadro No. 3

CULTIVO DE LA PITAHAYA TABASCO COSTO DE INVERSION E INSUMOS													
Concepto	Cantida d	Unida d	P.U.	AÑOS									
				1	2	3 Inc. 30%	4 Inc. 30%	5 Inc. 30%	6 Inc. 30%	7 Inc. 30%	8 Inc. 30%	9 Inc. 30%	10 Inc. 30%
Materia orgánica	1000	Kg.	N\$1.50	1,500.00	1,500.00	1,950.00	1,950.00	1,950.00	1,950.00	1,950.00	1,950.00	1,950.00	1,950.00
Humus	12	Lts.	N\$45.00	540.00	540.00	702.00	702.00	702.00	702.00	702.00	702.00	702.00	702.00
Prevención de plagas	24	Lts.	N\$135.00	3,240.00	3,240.00	4,212.00	4,212.00	4,212.00	4,212.00	4,212.00	4,212.00	4,212.00	4,212.00
Prevención de hongos	24	Lts.	N\$110.00	2,640.00	2,640.00	3,432.00	3,432.00	3,432.00	3,432.00	3,432.00	3,432.00	3,432.00	3,432.00
Fertilización triple	400	Kg.	N\$6.20	248.00	248.00	322.40	322.40	322.40	322.40	322.40	322.40	322.40	322.40
Fertilización	24	Kg.	N\$36.00	864.00	864.00	1,123.20	1,123.20	1,123.20	1,123.20	1,123.20	1,123.20	1,123.20	1,123.20
Estimulante de raíces	6	Kg.	N\$80.00	180.00	180.00	234.00	234.00	234.00	234.00	234.00	234.00	234.00	234.00
Destrucción de hormigas	24	Kg.	N\$35.00	840.00	840.00	1,092.00	1,092.00	1,092.00	1,092.00	1,092.00	1,092.00	1,092.00	1,092.00
Tutores	1000	Pieza	N\$2.00	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000
		Totales	N\$400.70	12,052.00	12,052.00	15,067.60	15,067.60	15,067.60	15,067.60	15,067.60	15,067.60	15,067.60	15,067.60
Años	Producción (Pitahaya)												
1.8 meses	100 Kg X 5.0				500.00								
3er. año	1,000 Kg X 5.0					5,000.00							
4o. año	3,000 Kg X 5.0						15,000.00						
5o. año	5,000 Kg X 6.0							30,000.00					
6o. año	9,000 Kg X 6.0								54,000.00				
7o. año	12,000 Kg X 6.0									72,000.00			

(Reyes, 1995).

## V. Características morfológicas y fisiológicas

### 5.1. Generalidades

La estructura de estas plantas es similar a las de las restantes plantas dicotiledóneas, sólo que sus órganos se han adaptado a vivir en lugares desfavorables, donde la escasez de agua y las altas temperaturas desempeñan un papel muy importante. Adaptaciones como las de estas plantas, no se producen de golpe, si no como resultado del proceso evolutivo, con el concurso de la selección natural, la que finalmente determinará, al cabo de millones de años, el desarrollo de individuos mejor adaptados.

Algunos agricultores consideran los cactus como una peste, pues creen que revelan suelos pobres, cuando en realidad sólo son plantas adaptadas a condiciones muy difíciles de falta de agua (Vélez, 1980).

Sin dudas, el factor más importante de la selección lo constituyó la reducción en la disponibilidad de agua que, es sabido es un elemento vital para las plantas y, en general, para el desarrollo de todo ser viviente.

Para evitar la pérdida excesiva de agua, las hojas de los cactus se reducen o transforman en espinas; los tallos también se reducen, desarrollan costillas y, en casos

extremos adoptan formas globosas que disminuyen de modo notable la superficie de transpiración. Paralelamente a estas transformaciones morfológicas, la estructura interna aporta el desarrollo de tejidos especializados en el almacenamiento de agua, la cual será empleada de forma gradual en los procesos fisiológicos del vegetal.

Como ya se ha dicho estas plantas habitan en zonas donde las precipitaciones no son altas y, además, son esporádicas; su sistema radicular está preparado para absorber con rapidez el agua disponible y almacenarla en los tejidos especializados tal efecto, localizados principalmente en tallos y raíces. La forma acostillada de los tallos, permite que éstos funcionen con el mismo principio de un fuelle. Cuando almacenan gran cantidad de agua, aumentan su volumen, destacándose menos las costillas. A medida que van perdiendo esta agua almacenada, su volumen disminuye y se acentúan las costillas (Gutiérrez, 1983).

Dentro del género *Hylocereus* encontramos: plantas trepadoras, por lo común epífitas. Tallos triangulares o trialados, con costillas más o menos onduladas y a veces cornificadas; las ramas emiten raíces aéreas. Areolas provistas de espinas cortas, cuando jóvenes con pelos setosos. Flores muy grandes, nocturnas, infundibuliformes, limbo tan largo como el tubo o más; el ovario y el tubo llevan grandes escamas foliáceas, con las axilas provistas de fieltro, lana o cerdas, pero sin espinas, segmentos exteriores del perianto semejantes a las escamas del tubo pero más largos, segmentos interiores del perianto, angostos, agudos o acuminados, generalmente blancos, rara vez con un tinte

rosa; estambres muy numerosos, en dos series, iguales o más cortos que el estilo; estilo grueso, lóbulos del estigma lineares, numerosos simples o ramificados. Fruto grande con grandes escamas foliaceas persistentes sin espinas comestible. Semillas pequeñas con testa negra y brillante, cotiledones grandes, agudos gruesos aplanados arriba, unidos en la base. Al fruto se le llama vulgarmente "pitahaya" (Bravo, 1978).

Los tallos acostillados son eficientes en el almacenamiento de agua, pero algunos grupos de cactus han perfeccionado aún más este mecanismo con el desarrollo de mamilas que como su nombre lo indica, son prominencias en forma de pequeñas mamas que han derivado de la fragmentación evolutiva de las costillas. Con el desarrollo de estas estructuras que recorren todo el cuerpo de la planta, esta adquiere una mayor plasticidad y, tanto al acumular agua como al perderla, puede sufrir deformaciones en todas las direcciones del espacio, a diferencia de lo que ocurre con las costillas, que sólo pueden deformarse al igual que un acordeón.

Las llamadas euforbias cactiformes a menudo se confunden con los cactus, por el parecido existente entre ambas plantas. Sin embargo, si practicamos una pequeña incisión en su tallo, nos demostrará rápidamente si es una euforbia o no, al brotar de ésta un líquido muy blanco y pegajoso que caracteriza a las euforbias, y que, con similar consistencia y color, nunca poseen los cactus. Además, las espinas, cuando se presentan, están en número reducido (2 ó 4) y no se desarrollan verdaderas areolas (Gutiérrez, 1983).

## 5.2. Raíz

La raíz de las cactáceas es semejante, por lo general, a la de otras dicotiledóneas, procede de la radícula del embrión y, en algunos casos, es adventicia; fija la planta en el suelo, absorbe el agua con las sustancia nutritivas en ella disueltas y puede en algunos géneros almacenarla en sus tejidos.

Son también comunes en las cactáceas las raíces aéreas: se presentan en trepadoras y epífitas de los géneros *Selenicereus*, *Hylocereus*, *Epiphyllum*, etc. Aparecen en las paredes de los tallos y en los espacios intercostales, teniendo su origen en el cambium del tallo. Cuando estas raíces, al crecer, llegan al suelo, se comportan como raíces terrestres. En las especies trepadoras desempeñan funciones de fijación pues se adhieren a los troncos o a las rocas. En los tejidos de las raíces aéreas de las epífitas son frecuentes los cloroplastos (Bravo, 1978).

En Tehuacán, Pue., se caracterizó el sistema radicular de la planta, tanto en el sistema radical aéreo como en el subterráneo, y de ello se obtuvieron los siguientes resultados:

- 1.- Del 70 a 90% las raíces de *Hylocereus undatus* se localizaron en los primeros 5 cm de profundidad a partir de la superficie del suelo, y del 30 al 10% en la profundidad de 5-10 cm.



2.- Los diámetros entre 0.05 - 0.15 cm y 0.16 - 0.5 cm se encontraron a través de toda la extensión del sistema radical, y representan un 98.5 y 98% del total de las raíces respectivamente.

3.- Los diámetros de 0.6 - 1 cm solo se detectaron en los primeros 30 cm de la distancia horizontal a partir de la base del tallo de la pitahaya siendo el 0.16% del total de las raíces.

4.- Se presentaron dos comportamientos básicos, consistentes en la distribución de las raíces a través de la extensión horizontal de sistema radical, el primero agrupa plantas de poco vigor y vigor intermedio, en donde se observó una reducción uniforme de la cantidad de las raíces, el segundo comportamiento agrupa a las plantas vigorosas, que presentó una distribución más uniforme.

5.- Existió una estrecha relación entre el vigor de la planta y la extensión horizontal del sistema radical subterráneo, a mayor vigor, mayor extensión del sistema radical, en comparación con las plantas de menor vigor.

6.- En las raíces adventicias aéreas, se presentó una correlación alta, entre el agrietamiento de la corteza y la ramificación de estas, su longitud se reduce con un incremento en la corteza, por otro lado, el diámetro de raíces no fue afectado por la rugosidad de la corteza.

7.- En este trabajo, se estimó que de la longitud total de los tallos en una planta de *Hylocereus undatus* de 20 a 45 % de ellos presentan raíces y están adheridos al tutor, que en este caso lo fue el mezquite.

El trabajo concluye que la gran mayoría de las raíces (90%) se ubicó en los primeros 5 cm de profundidad, el resto en los siguientes 5 cm; en general la totalidad de las raíces se encontró a 10 cm de profundidad y su extensión horizontal estará en función del vigor de la planta.

Anexo a la investigación también se realizó una agrupación de los diámetros más frecuentes de las raíces, estableciendo tres grupos; se encontró que las raíces más gruesas estuvieron junto a la base de la planta reduciéndose los diámetros mientras se incrementa la distancia horizontal. Por otro lado las raíces aéreas respondieron a la rugosidad del tutor se encontró mayor cantidad de raíces a diferencia de los tutores lisos (Estévez, 1995).

Las raíces adventicias permiten el contacto de la planta con troncos de los árboles sobre los cuales crece, lo que contribuye a distribuir el peso de la planta sobre diferentes puntos de apoyo; formando contactos por medio de raicillas muy delgadas y largas, que van hasta la superficie del suelo.

Parece que este tipo de raíces adventicias, le brindan ayuda a la planta en forma múltiple no sólo en la obtención de agua, nutrientes, fijación, sino también como un mecanismo de defensa a la planta contra enfermedades producidas por microorganismos patógenos al establecer contactos con el suelo y permitir a los tallos enfermos separarse por gravedad de las ramas jóvenes.

Las raíces adventicias y sus ramificaciones son de actividad externa y sólo sus extremos tienen contactos con el suelo, en su interior se observa el color blanco, la cubierta que las rodea es de color café claro; algunas veces se observa cuando no están en contacto con el suelo un color verde en la punta, (posiblemente existe un tejido fotosintético) (Reyes, 1995).

### 5.3. Areolas

Las areolas con los órganos más característicos de las cactáceas, su significado fue objeto de controversias, pero actualmente, se les considera como yemas homólogas a las yemas axilares de las otras dicotiledóneas, debido a su meristema dan origen a hojas, nuevos tallos y flores; las yemas de las cactáceas, o areolas forman también hojas reducidas, flores, nuevos tallos y además espinas, glóquidas, cerdas, pelos y a veces raíces adventicias.

En casi todas las especies existe, al centro de las aréolas, un meristema de crecimiento integrado por dos porciones, la abaxial o externa, que forma las espinas y la adaxial, que origina las flores. La abaxial entra primero en actividad, y ya que se han formado las espinas se activa la parte adaxial productora de flores (Bravo, 1978).

### 5.4. Tallo

Los tallos son xerófitos, suculentos, que además de ser receptáculo y regulador de la fotosíntesis, asume la función de regulador de la misma, en los bordes se encuentran las areolas, ambientes de fieltro lanoso, con espinas que son hojas modificadas. De la parte superior de las areolas nacen las ramas y las flores. (Becerra, 1994).

El tallo dispone de numerosos estomas localizados por debajo de la cutícula, con estrecha abertura al exterior. Cuando hay buena disponibilidad de agua ocurre elongación de los tallos, se forman nuevos brotes. Los tallos en los meristemas apicales y otros puntos de crecimiento, produce una sustancia dulce, agradable al paladar; se presentan en forma de secreciones mucilaginosas de color transparente, la cual se cristaliza y es muy apetecida por las hormigas y otros insectos.

Diversos autores clasifican a los tallos de estas plantas como cladodios, pero aunque en el sentido tradicional lo son, parecen tener un origen diferente a los tallos aplanados de *platiopuntias*; por lo tanto, la designación más aceptable es la de filocladodios, que aunque no son estructuras ideales para almacenamiento de agua, tienen capacidad suficiente de almacenamiento para utilizarla durante períodos cortos de sequía, por lo que deben vivir en condiciones de mediana humedad (Ortíz, 1996).

Los tallos de las cactáceas tienen formas muy diversas pero constantes para cada entidad taxonómica. Estos hábitos son el resultado de una evolución gradual acaecida

desde sus antecesores arbóreos semejantes a las *pereskias* actuales, hasta las formas reducidas a un artículo globoso como el de las especies del género *Mammillaria*, considerado como más evolucionado. En general son ramificados, o bien reducidos a una sola rama o artículo, y su altura, consistencia, tipo de ramificación y hábito ecológico son muy variables (Bravo, 1978).

Generalmente *Hylocereus* presenta tallos triangulares o trialados, con costillas más o menos onduladas y a veces cornificadas, estos tallos emiten raíces aéreas y las areolas pueden tener una o varias espinas cortas cuando son jóvenes, con pelos setosos, su coloración es de verde a verde-azulado (Bravo, 1978). Existen otras pitahayas con 4 ó 5 aristas o costillas en los tallos, pero se desconoce su valor económico. Dependiendo de las condiciones climáticas y de la especie de *Hylocereus* la longitud de sus tallos pueden medir desde unos cuantos centímetros hasta más de 3 m (Reyes, 1995).

Los tallos de *Hylocereus undatus* muestran dos tipos de cambium, generando dos regiones xilemáticas, aun continua que constituye una estructura secundaria (xilema secundario) y otra interrumpida que constituye una estructura primaria (xilema primario). Además, el tallo tiene una epidermis revestida por una gruesa cutícula suberificada y las células epidérmicas contienen cristales prismáticos, drusas gigantes encontradas en idioblastos. Así mismo, mencionan que los estomas son del tipo parasítico distribuidos al azar, con paredes internas gruesas, y ubicados al nivel de la demás células epidérmicas (Ortíz, 1994).

Crece primero en forma erecta, luego trepa y termina descolgado, semeja una posición pendular; esta última posición parece que estimula la floración, pues el número de flores es mayor que en las ramas en posición horizontal. La posición pedicelar le permite a las plantas con hábitos epífitos, mayor absorción de luz, por una mejor distribución de sus ramas (Reyes, 1995).

Las ramas son numerosas, de color verde oscuro o azul grisáceo, muy delgadas y alcanzan hasta 10 m de longitud, tienen casi siempre tres costillas o alas que, en algunas especies, llevan las aristas cornificadas y más o menos creneladas; las areolas se desarrollan en el seno de dichas ondulaciones y llevan fieltro, lana y algunas espinas cortas (Bravo, 1978)

Los tallos de estas plantas cuando se desarrollan a pleno sol, tienen forma definida y varía a la sombra (Reyes, 1995).

Los tallos se siguen propagando vegetativamente o sea que dan origen a nuevos talluelos; cuando se realiza poda a los tallos, se provoca principalmente la aparición de nuevos tallos o "retoños" y difícilmente la aparición de botones florales (Méndez, 1993).

Forma de tallos y espinas de pitahaya roja, figura No 1.



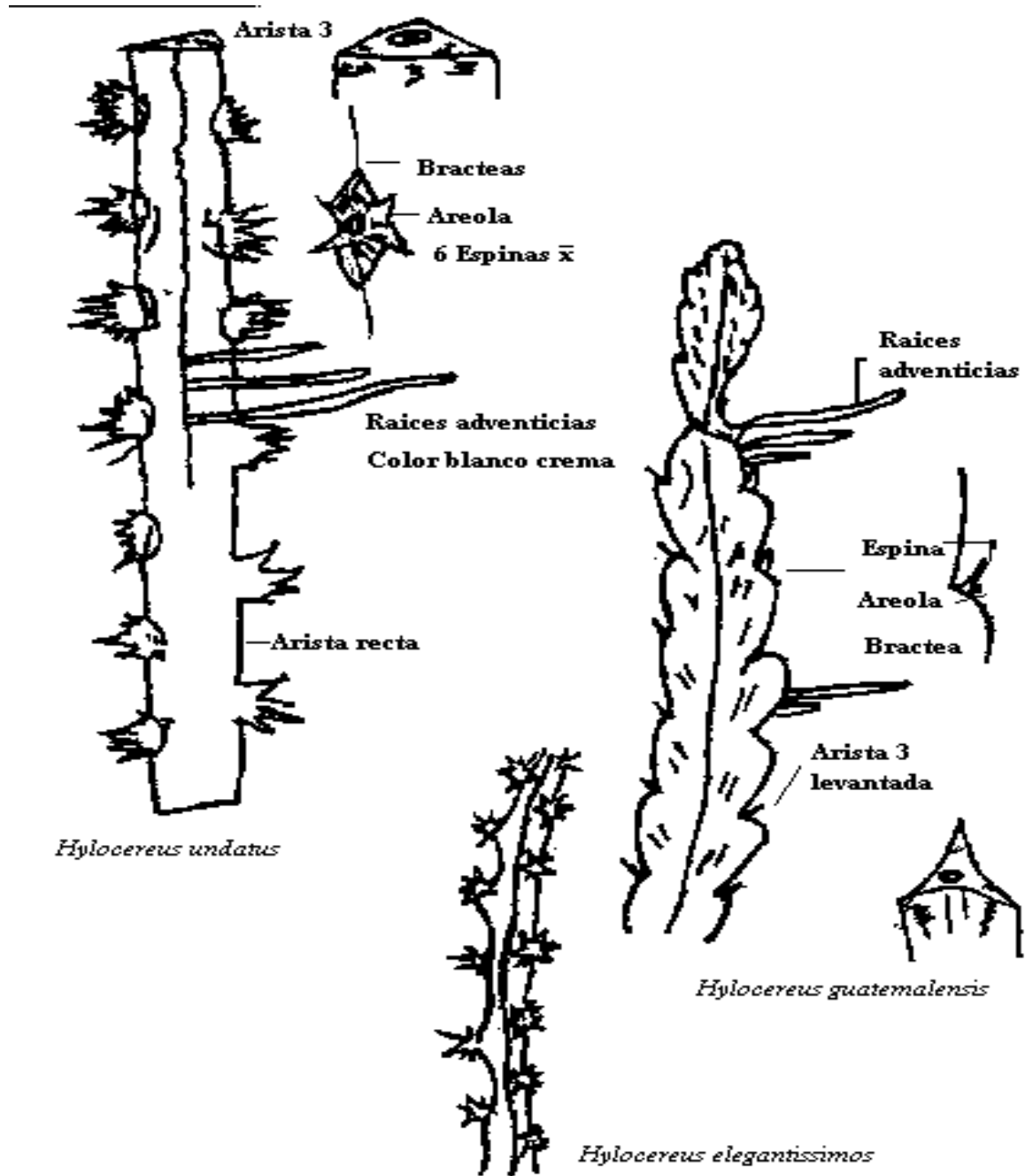


Figura No. 1 Forma de los tallos y espinas en pithaya roja *Hylocereus ocamponis* (Reyes, 1995).

5.5. Flor



Las flores, muy vistosas, abren una sola vez, y son visitadas por grandes mariposas nocturnas, encargadas de su polinización. Tienen forma de embudo, y presentan una sola serie de piezas de color blanquecino o marfil, como una forma de protección contra la desecación, vemos que la parte inferior de la flor se encuentra undida en los tejidos de las ramas que la portan (Gutiérrez, 1993).

Al igual que los brotes vegetativos, nacen en la areola y generalmente en las de mayor exposición a la luz solar; la floración depende del buen manejo de la humedad, fotoperíodo, temperatura y fertilización (Reyes, 1995).

En la flor de estas plantas se pueden apreciar dos tipos de órganos: los de origen axial, como son la zona pedicelar, el hipanto o pericarpelo y el tubo receptacular, y los verticilos florales, que constituyen el androceo y el gineceo. El eje floral de las cactáceas, por su organización de origen axial, es semejante a una rama, ya que presenta podarios, escamas y areolas, que además de producir lana y espinas; pueden desarrollar, en ocasiones, nuevos brotes. Es como si los verticilos florales, androceo y gineceo, estuviesen incluidos en una rama.

La flor es tubular, hermafrodita, blanca o color rosado, con numerosos estambres. Las flores son grandes y miden más de 30 cm de largo, abre una sola vez durante la noche y su aroma atrae a muchos insectos; la flor se puede autofecundar pero que

también puede cruzarse ya que, los murciélagos la visitan de noche y actúan como polinizadores Durante el día se han encontrado abejas, ya que las flores son melíferas, se ha encontrado también en *Hylocereus undatus*, que las flor puede llegar a medir hasta 40 cm de longitud y 24 cm de diámetro, hasta ahora la longitud promedio encontrada fluctúa de 32 a 36 cm. La duración de estas flores es efímera y apertura floral sólo ocurre durante la noche (Bravo, 1978 y Ortíz, 1995)).

En diversas especies de *Hylocereus* el estigma está integrado por lóbulos regulares más o menos largos con la extremidad obtusa o acuminada, pero en *Hylocereus lemairei* dichos lóbulos son ramificados; los lóbulos están revestidos de papilas que les dan un aspecto aterciopelado y que su coloración es variable en matices claros (Bravo, 1978)

En las figuras No. 2, 3 y 4 se presentan los dibujos esquemáticos de la flor del género *Hylocereus* mostrando las partes principales que la conforman.

En el trópico ocurre la floración de la pitahaya después de un prolongado verano e inician de las primeras lluvias. Coincide con los dos equinoccios los cuales suceden cada seis meses como ocurre en Colombia con las plantas silvestres y está poco estudiado; este fenómeno se presenta del 20 al 21 de marzo y del 22 al 23 de septiembre (Reyes, 1995).

En el estado de Oaxaca la floración se da de los meses de mayo a septiembre, presentándose tres períodos de floración bien definidos. Esto coincide con los datos obtenidos en Israel, donde la floración se presenta en los meses de mayo a noviembre, presentándose tres floraciones (Cordero, 1997).

La antesis (Figura No. 5) y apertura floral de *Hylocereus napoleonis*, generalmente ocurre entre las horas de la noche y transcurren aproximadamente 15 horas, posteriormente, una vez que ocurre la polinización, sufre una rápida muerte, en 10 horas aproximadamente pierde turgencia, color y comienza a marchitarse (Reyes, 1995).

La apertura floral de *H. undatus* en la región de Tehuacán, Pue., es nocturna muy dinámica y efímera; con una duración de 16 hrs iniciándose, a las 19:00 hr y terminando a las 11 hr del siguiente día (Jiménez, 1995).

Etapas durante la apertura floral de la pitahaya (*H. undatus*) figura No. 6

En el cuadro No. 4 se presentan las etapas de floración y fructificación de *Hylocereus undatus*, en la región de Tehuacán, Pue.

Cuadro No. 4 Etapas de floración y fructificación de *H. undatus*

Etapas	Fecha	Descripción
--------	-------	-------------

1	11-12/VI/94	Emergencia de yemas florales
2	25-26/VI/94	13 días después de la emergencia de yemas florales
3	9-10/VII/94	2 días después de la apertura floral
4	24-25/VII/94	17 días después de la apertura floral
5	6-7 /VIII/94	1.5 semana antes del corte del fruto.

(Ortíz, 1995).

Las flores de la pitahaya aparecen en forma individual y en posición lateral sobre los tallos y se presentan de 5 a 6 ciclos de floración durante la etapa reproductiva de la planta. En este estudio se observó que las flores tienden a aparecer sólo en una pequeña porción apical de los tallos mayores a un año de edad, pudiéndose presentar varias yemas florales, llegando a amarrar hasta 4 flores por ápice, prácticamente el resto del tallo permanece improductivo, siendo menor la frecuencia de flores en tallos mayores de dos años. En este caso también se encontraron 5 ciclos de floración bien definidos (Barbeau, 1990; citado por Ortíz, 1995).

El tiempo transcurrido desde la emergencia de la yema floral hasta la antesis fue de 24 días y de antesis a madurez de consumo del fruto 42 días: por lo tanto el ciclo desde la emergencia hasta la madurez del fruto fue de 66 días. Si comparamos estos datos con los señalados en el cuadro No. 5, se observa que lleva 10 días más a los límites señalados por Barbeau (1990), INRA-CEE (1992); pero queda comprendido entre

los límites encontrados por Castillo y Ortíz (1994), lo cual claramente ilustra la influencia de las condiciones climáticas en la aceleración de estos procesos.

Cuadro No. 5 Días observados de la emergencia de yema floral hasta madurez del fruto (*H. undatus*).

	Barbeau (1990)	INRA-CEE (1992)	Castillo y Ortíz (1994)
	DÍAS		
Emergencia de yema floral a floración	15-16	16-19	10-31
Floración a madurez de consumo	33-40	35-37	39-52
Total	48-56	51-57	49-83

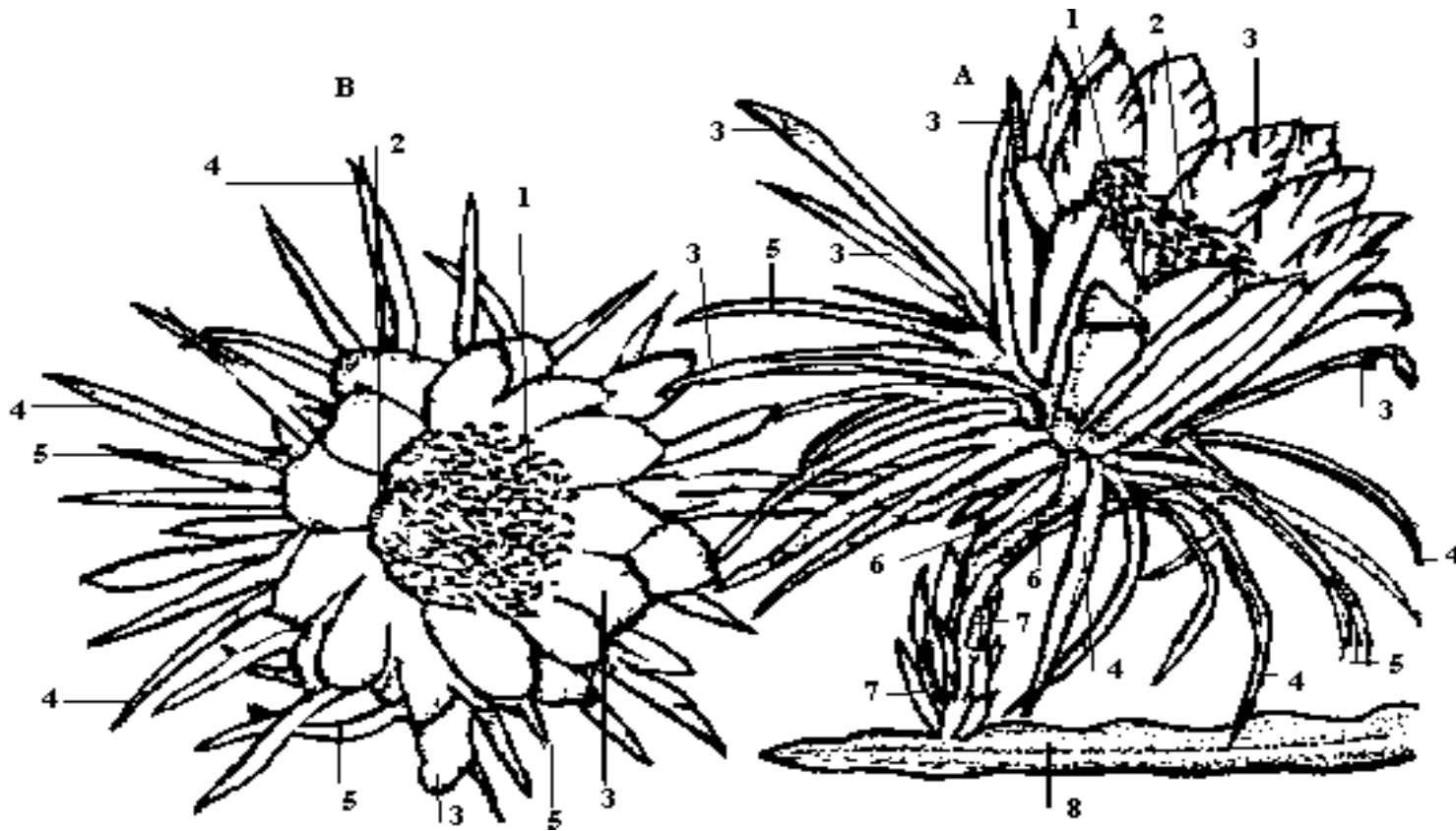
(Ortíz, 1996).

### 5.5.1. Polinización

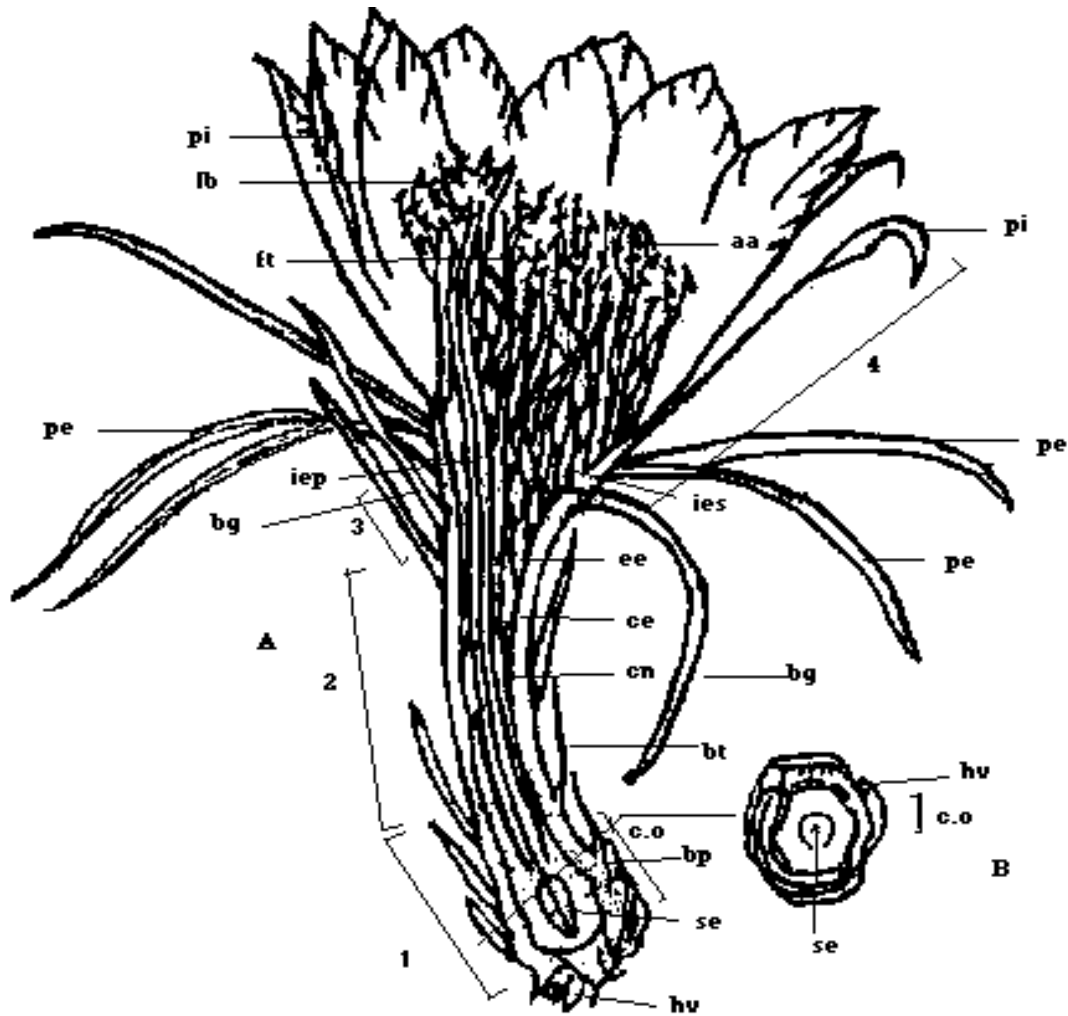
La polinización manual presenta un efecto ligeramente inferior pero similar al de la polinización natural de las flores. El amplio periodo de receptibilidad del estigma, y también la visita de las abejas por la mañana permiten que la polinización sea efectiva durante toda la noche de apertura floral y parte del día (Jiménez, 1995).



**Figura No. 2** Dibujo esquemático de una flor del género *Hylocereus spp.* mostrando: **a**, fracción del tallo triangular; **b**, borde del ala; **c**, areolas con espinas; **2**, tubo receptacular provisto también con grandes escamas foliaceas, sin espinas axilares, **3**, segmentos exteriores del perianto; **4**, segmentos interiores del perianto; **5**, estambres numerosos; **6**, estilo grueso; **7**, lóbulos del estigma lineares (Jiménez, 1995).

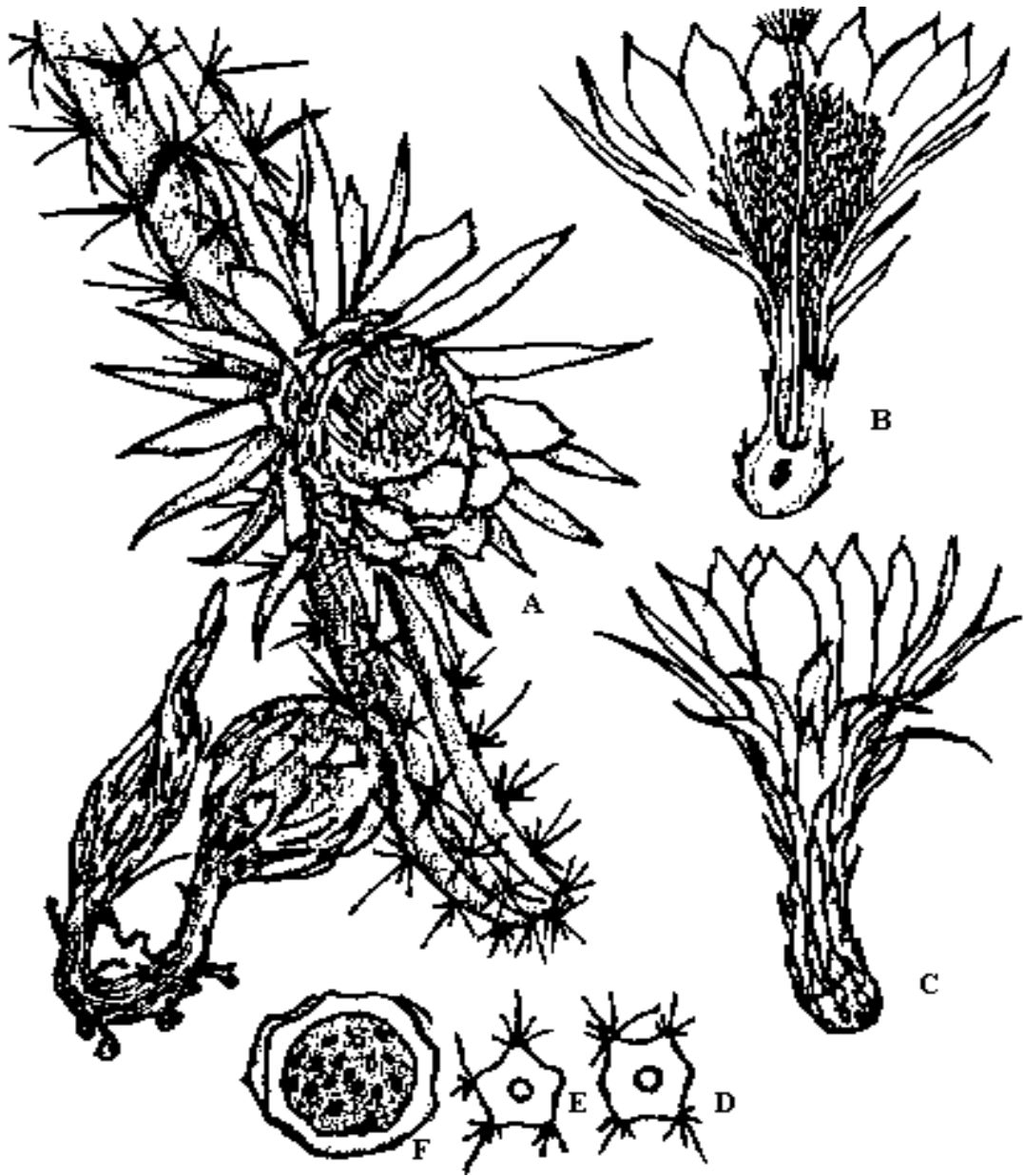


**Figura No. 3** Flor de *Hylocereus undatus* Haworth: **A.** Vista de perfil, 1. Lóbulos del estigma, 2, Anteras, 3. Perianto interno, 4. Perianto externo, 5. Brácteas de la garganta, 6. Brácteas del tubo receptacular, 7. Brácteas del pericarpelo, 8. Tallo. **B.** Vista de frente; 1. Círculo de anteras, 2. Lóbulos del estigma, 3. Perianto interno. 4. Perianto externo, 5. Brácteas de la garganta (Jiménez, 1995).



**Figura No. 4** Corte transversal de *Hylocereus undatus* Haworth. **A.** Corte Transversal de la flor completa: **1.** Pericarpelo; **hv.** Haz vascular, **bp.** Brácteas del pericarpelo, **co.** Cavidad ovárica, **se.** Sacos embrionarios. **2.** Tubo receptacular; **bt.** Brácteas del tubo receptacular, **cn.** Cámara nectarial, **ce.** Cavidad del estilo, **ee.** Estilo, **iep.** inserción de los estambres primarios. **3.** Brácteas de la garganta; **ies.** Inserción de los estambres superiores. **4.** Corola, **pe.** Periantos externos, **pi.** Perianto interno, **ft;** filamentos de estambres, **aa.** Antera, **lb.** Lóbulos del estigma. **B.** Corte transversal del pericarpelo: **co.** Cavidad ovárica, **hv.** Haz vascular, **se.** Sacos embrionarios. **C.** Óvulos y funículos (Jiménez, 1995).





**Figura No. 5** Flor de *Hylocereus napoleonis*. A. Planta con flor en antesis; B. Flor, corte longitudinal; C. Flor, vista exterior, D. Corte transversal de un artículo con 6 costillas; E. Corte transversal de un artículo con 5 costillas; F. Corte transversal de un fruto (Scheinvar, 1985).

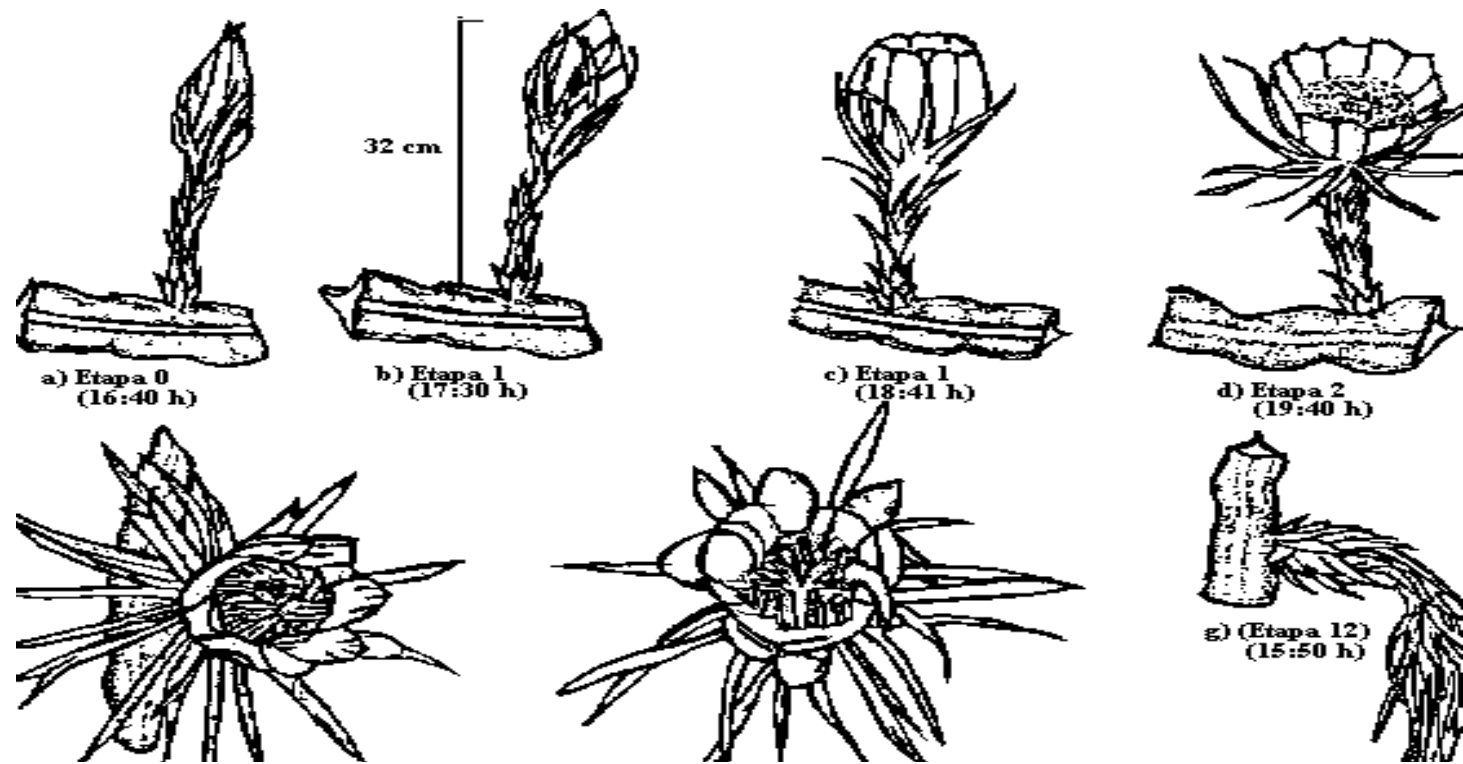


Figura No. 6. Etapas durante la apertura floral de *Hylocereus undatus* (Reyes, 1995).

## 5.6. Fruto

El fruto maduro es una baya de color rojo o purpúreo, con grandes escamas foliáceas más o menos caducas al madurar, existen especies de pitahayas de cáscara roja y cáscara amarilla de pulpa blanca. La tonalidad de colores de los frutos, en el caso de Nicaragua, varía desde rojo a rojo intenso, morado claro y amarillo claro. (Reyes, 1995; López, 1996).

Es de forma globosa o subglobosa, mide de 10 a 12 cm de diámetro, no presenta espinas, las semillas contienen una substancia denominada captina de gran poder digestivo. en *Hylocereus undatus* el color exterior es rosa tendiente al rojo, presenta 18 brácteas en promedio y puede variar de 15 a 25, éstas son grandes con base amplia y en la punta presentan color verde, la mayoría de ellas se encuentran perpendiculares al fruto o bien dirigidas sus partes terminales hacia la base del mismo (Cordero, 1997).

Los frutos, globosos y de colores pálidos con tonos rojizos, son grandes. La superficie está cubierta por grandes escamas y en el interior poseen un pulpa blanca, apetecible por varias especies de aves. las cuales dispersan sus numerosas semillas (Gutiérrez, 1983).

En los frutos de las especies de las Subfamilia *Cereoideae*, en donde el carácter axial del pericarpelo y receptáculo se ha reducido, no hay formación de frutos

prolíferos, pero en algunos géneros primitivos como *Pachycereus*, las areolas del pericarpo se activan después de la fecundación produciendo abundante cantidad de lana y espinas. A esta actividad se debe el crecimiento de las escamas de *Hylocereus*, *Escontria* y *Stenocereus*. Las areolas pueden persistir en el fruto maduro como en *Pachycereus*, pero en otros como en la "pitaya" de *Stenocereus*, son caducas. Los restos secos del perianto se desprenden arriba del pericarpelo y abajo del androceo, dejando una cavidad más o menos umbilicada (Bravo, 1978).

El fruto de las cactáceas es un fruto complejo, pues en su estructura intervienen no sólo el ovario propiamente dicho, sino también los órganos en que está incluido: el tejido medular del eje y el cortical o pericarpelo. Son muy variados en forma, tamaño y color. Su anatomía depende del grado de desarrollo o reducción de los órganos del pericarpelo, como son: podarios, las escamas y las areolas con su producción o no de lana, cerdas y espinas y en ciertos géneros hojas más o menos desarrolladas. La reducción de estos órganos parece estar ligada, al grado de evolución de los géneros y así aquellos considerados como primitivos, como *Stenocereus*, tienen frutos con areolas numerosas, provistas de abundante lana y espinas, en tanto que los géneros más recientemente evolucionados como *Mammillaria*, producen bayas ("chilitos") en donde las areolas han desaparecido presentándose a veces, por atavismo, una o dos areolas diminutas.

El pericarpo está integrado por las paredes muy delgadas del ovario y por el pericarpelo. Cuando maduran, sus paredes se engruesan, los podarios se hacen

imperceptibles por la turgencia de los tejidos y la superficie se vuelve colorida adquiriendo diversos matices del amarillo, anaranjado, rojo o púrpura; esta coloración tiene gran importancia, pues los pájaros frugívoros, atraídos por el color, comen los frutos y dispersan las semillas ya sea con sus deyecciones o las que hayan quedado pegadas a sus picos (Bravo, 1978).

Se ha establecido que el primer estadio en el desarrollo del fruto y de la semilla es una rápida división celular sucede un alargamiento celular, el cual se atribuye mayormente a la presencia de auxinas y giberelinas (Bidwell, 1983).

El crecimiento del fruto o incremento acumulativo en volumen, diámetro, longitud y peso del mismo, está en función del tiempo después de la plena floración. El tipo de curva de crecimiento que en particular exhiben los frutos no se relaciona con su estructura morfológica, por lo tanto los diferentes componentes del fruto pueden tener diferentes tipos de curvas de crecimiento. El aumento del volumen del fruto, se debe principalmente a la elongación celular y como las auxinas controlan la extensión celular se les considera que juegan un papel predominante en la determinación de los patrones de crecimiento de los frutos. Existen dos líneas principales de prueba que respaldan dicha hipótesis; en primer lugar que existe una correlación entre el desarrollo de las semillas y el tamaño y forma final de los frutos; en segundo, la aplicación de auxinas en ciertos frutos en etapas particulares de su desarrollo, provoca una respuesta de crecimiento (Ortíz, 1996).

Figura No. 7. Cambios morfológicos desde la emergencia de la yema floral a fruto en *Hylocereus undatus*.

#### 5.6.1. Contenido nutricional

La fruta de la pitahaya es más dulce que la uva, nutritiva, suave, de exquisito sabor, aspecto atractivo, cuyo alto contenido de potasio y magnesio le imprimen un efecto laxante suave y seguro (Becerra, 1994).

Cuadro No. 6. Contenido nutricional en 100 g de pulpa de fruta de pitaya (*Selenicereus megalanthus*) (Becerra, 1994).

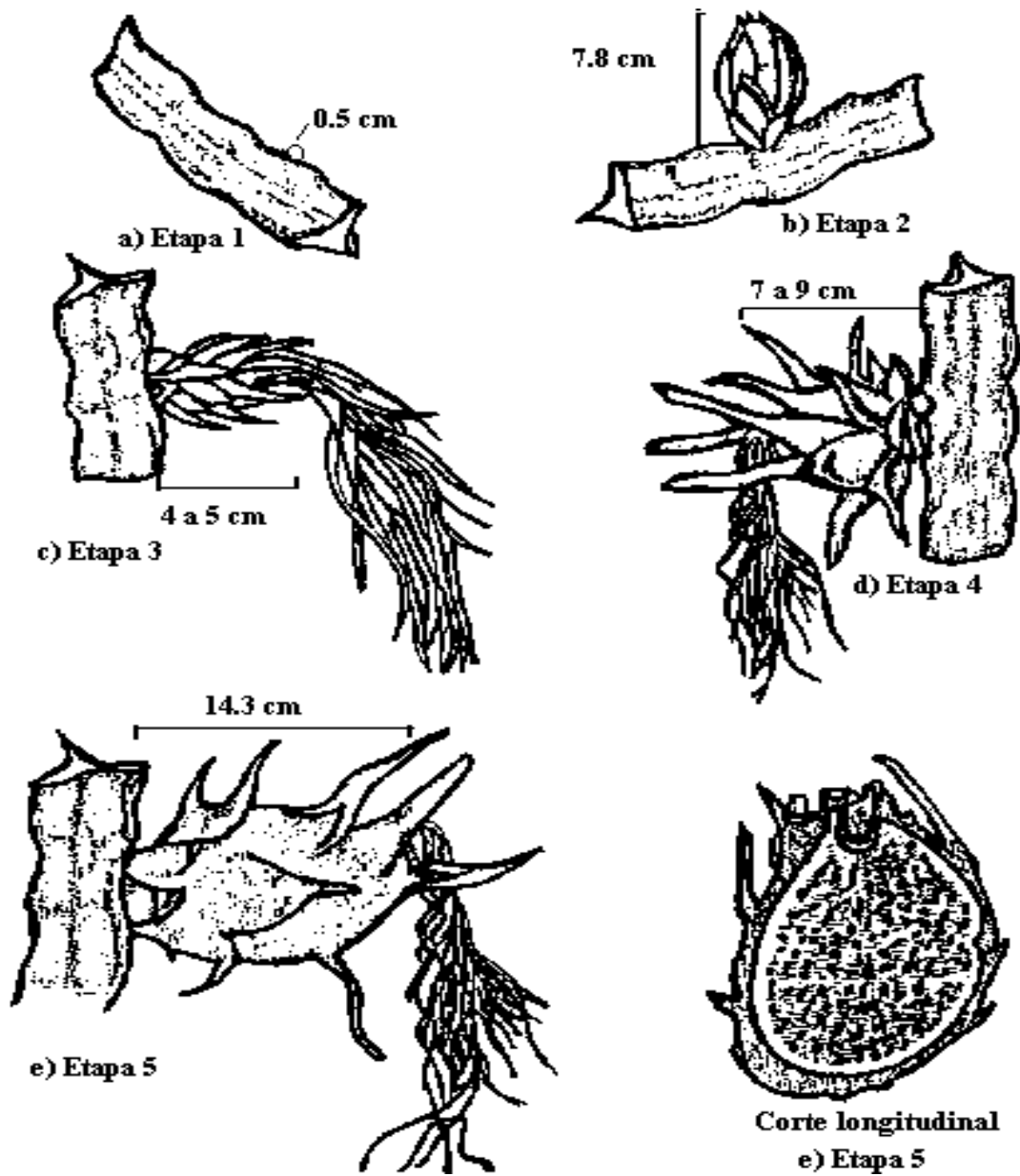
Componentes	Porcentaje
Agua	85.35 %
Cenizas	0.5%
Proteínas	0.4 %
Azúcares	9.91 %
Grasas	0.13 %
Fibra	0.70 %

Cuadro No. 7. Minerales encontrados en la pitaya amarilla Minerales encontrados en la pitaya amarilla mg/100 g (*Selenicereus megalanthus*) (Becerra, 1994).

Determinación	Pulpa	Cáscara	Semilla
Sodio	4.47	10.46	45.64
Potasio	74.88	450.49	264.37
Calcio	3.47	59.05	58.22
Magnesio	11.43	12.73	189.23
Hierro	0.27	0.47	4.18
Fósforo	8.13	6.27	9.92

Cuadro No. 8. Composición nutritiva de 100 g de pulpa de pitahaya *Hylocereus undatus* (López, 1996).

Componentes	Porcentaje
Agua	83.7
Extracto etéreo	0.4
Proteína cruda	1.4
Carbohidratos	13.2
Fibra cruda	0.6
Ácido ascórbico	(8 mg/100 g)
Vitamina "A"	Trazas
Cenizas	0.7



**Figura No. 7** Cambios morfológicos desde la emergencia de la yema floral a fruto en *Hylocereus undatus* (Ortíz, 1995).



## 5.7. Semilla

El número de semillas producido por fruto es también muy variable de especie a especie; de una decena a varios cientos (Méndez, 1993).

La semilla de las cactáceas presenta variaciones en la forma, tamaño, estructuras y color de testa y en las características del embrión, y los tejidos almacenadores de sustancias nutritivas. Asimismo la cantidad de ellas estimulan el desarrollo de los funículos por lo tanto influyen en el tamaño del fruto (Bravo, 1978; Jiménez, 1994).

Las semillas presentan partes gelatinosas que permiten la fijación de éstas a la corteza de los árboles, donde más tarde germinarán (Gutiérrez, 1983).

El desarrollo que experimentan los óvulos o rudimentos seminales después de la fecundación para transformarse en semillas, implica una serie de cambios estructurales (Bravo, 1978).

La plántula es el embrión desarrollado como consecuencia de la germinación, o sea la plantita recién germinada. En las cactáceas presenta algunas modalidades; en la subfamilia *Pereskioideae* es muy semejante a las de las otras dicotiledóneas, pues las hojas cotiledonares son grandes y laminares, pero el hipocótilo es más grueso, y en la subfamilia *Cereoideae* dichos órganos o variables.

En los géneros considerados como primitivos, como *Hylocereus* y *Epiphyllum*, tienen, como en *Pereskia*, los cotiledones grandes y laminares y el hipocotilo delgado; en cambio en otros géneros, como en *Ferocactus*, *Melocactus* y *Mammillaria*, los cotiledones son más pequeños, siendo toda la plántula globosa u ovoide (Bravo, 1978).

Las semillas se pueden obtener de cactáceas cultivadas como producto de polinización natural o artificial. Generalmente la mayoría de las semillas de las cactáceas son viables por mucho tiempo (5 a 10 años) a temperatura de 20 a 25° C y 80% de humedad relativa. Para su conservación dentro de un sobre se agrega un poco de captan para evitar la proliferación de hongos (Reyes\*, 1995).

Deben ser colectadas y almacenadas durante un mes para que puedan ser utilizadas y deben guardarse en sobres o bolsas de papel en un lugar fresco y seco o en refrigeración a una temperatura de 8° C (Moreno, 1995).

## 5.8. Fisiología

Las cactáceas se clasifican fisiológicamente como plantas CAM, lo cual se traduce como "metabolismo del ácido crasuláseo"; presentan una variación de asimilación fotosintética del CO<sub>2</sub>. Estas plantas se caracterizan por una marcada fluctuación diurna del contenido de ácido málico del tejido foliar, el cual es acumulado durante la noche y disminuye durante el día. El contenido del almidón de las ramas muestra un ritmo diurno inverso al del malato; disminuye en la noche y aumenta de día.

Entre los aspectos fisiológicos más interesantes presentados por las plantas CAM, figura el cierre diurno de sus estomas. Además, presentan (debido a su origen xerofítico) la adaptación de sus estomas a tales ambientes extremos de temperatura y radiación durante el día completo (Reyes, 1995 y Ortiz, 1996).

Una vez que la planta ha pasado por la fase juvenil, la planta inicia el proceso de floración respondiendo a varios estímulos de inducción de la misma, éstos pueden ser señales ambientales como fotoperiodos específicos (días largos o cortos) o regímenes de temperatura determinados (fríos o cálidos), entre otros (Ortiz, 1996).

Los aspectos fenológicos de *Hylocereus undatus* reconocidos en la región de Rayón, S.L.P., se mencionan a continuación:

a) El alargamiento de tallos de *H. undatus*, ocurre principalmente en los dos primeros años de haberse establecido o plantado los "esquejes". En tallos de plantas de más de 10 años de haberse establecido el crecimiento o elongación de tallo es muy lento o casi nulo.

b) En lo que se refiere a aparición de primordios florales, este evento ocurre una vez que va a iniciar las lluvias en la región y las temperaturas son elevadas. Para el caso de *H. undatus* este evento inicia en los primeros días de mayo y termina a finales del mes

de septiembre, presentándose la máxima cantidad a mediados de julio. Se observó el amarillamiento y caída de primordios florales en un 15%.

c) La floración de *H. undatus* tiene lugar principalmente en los meses más húmedos, en esta región ocurre en junio y julio. Iniciando su floración el 9 de junio y terminándose el 18 de octubre. Presentándose la máxima aparición de flores en julio 14. Los días que transcurren de la aparición de un primordio floral hasta que florece es de aproximadamente de 30 días. En este caso se observó que cerca de un 60% de flores se caían.

d) Para el caso de aparición de frutos este evento inicia el 14 de julio y transcurre su desarrollo hasta el 2 de agosto en que inicia la maduración de este, por lo que ocurre la fecundación de las flores o sea que desde la aparición de un primordio floral hasta la maduración de un fruto transcurren aproximadamente 60-90 días. Se encontró que cerca de un 75% de flores no “amarran” fruto y solamente tenemos un 25% de formación de frutos.

e) Aparentemente el soporte no influyó en el desarrollo y reproducción de *H. undatus*, pero sería conveniente realizar trabajos de evaluación de este factor (Méndez, 1993).

La etapa reproductiva de esta planta comprende desde la aparición de las yemas florales hasta la madurez fisiológica de los frutos, es decir, hasta que estos empiezan a presentar coloración en la región basal del fruto. Se han observado que generalmente los

filocladodios de uno o más años de edad pueden presentar flores y que esta planta se caracteriza porque durante su etapa reproductiva que se presenta entre los meses de mayo a octubre, la floración no es continua, sino que se pueden presentar varios ciclos de floración y fructificación; además, en lugares más tropicales es posible encontrar una mínima producción de frutos hasta el mes de noviembre (Ortíz, 1996.)

Durante los últimos años ecólogos y horticultores han brindado una atención especial a estudios sobre demografía de flores y frutos, debido a que en la mayoría de las plantas un porcentaje bajo de las flores que se forman llegan a desarrollar frutos. Las causas que determinan que los frutos alcancen la fase final de su desarrollo no son claras; sin embargo, por lo general se postula que las plantas maduran frutos que reúnen los siguientes atributos: 1) No son dañados por depredadores o patógenos, 2) Inician temprano el crecimiento, 3) tienen un número relativamente alto de semillas y 4) se diferencian en partes de la planta con mayor actividad fotosintética (Lomelí, 1993).

La duración del cultivo es de (15-20) años, según datos proporcionados por campesinos que tienen plantas silvestres (Reyes, 1995).

Se ha encontrado que el color de las flores, de los frutos y en ocasiones el del interior de los tallos, de las cactáceas, se debe principalmente a la presencia de pigmentos nitrogenados del grupo llamado betalainas, sustancias similares a los presentes en los betabeles (Domínguez, 1996).

## **VI. Condiciones climáticas y edáficas**

### **6.1. Hábitat**

Dependiendo de las condiciones en que se encuentre, el género *Hylocereus*, puede presentar diversos hábitos de crecimiento, es decir, normalmente se le considera como epífita porque es frecuente encontrarla sobre la copa de los árboles donde probablemente las semillas que fueron depositadas por las aves lograron germinar y crecer, sin embargo, posteriormente estas plantas pueden dirigir sus raíces hacia la tierra hasta entrar en contacto con ella y de esta manera extraer agua y nutrimentos del suelo, convirtiéndose en hemiepífita; pero a través del tiempo pueden llegar a convertirse en parásitas de la planta hospedera al invadir totalmente la parte aérea de ésta, hasta provocar su muerte. También puede presentar un hábito de crecimiento rupestre al crecer sobre peñascos o rocas solamente, inclusive es un sistema de siembra empleado en Yucatán, llamado albarrada; y cuando los tallos caen al suelo o se les cultiva pueden adquirir también un hábito terrestre y trepador (Ortíz, 1996).

En Zaachila, Oax., las plantas trepan sobre troncos y ramas de árboles de mango, huaje, mezquite y palmas, prácticamente no tienen ningún tipo de manejo (Ortíz *et al*, 1992).

En Colombia, en un principio se plantó en suelos con las mejores condiciones para cualquier cultivo. Sin embargo, en el afán de establecer prontamente un proyecto de pitaya de alguna magnitud, se olvidó que el "hábitat natural" de la pitaya es sobre los árboles y sobre las rocas, viviendo de detritus orgánico este detritus representa su estado silvestre de la planta; sus raíces abrazan los árboles y las piedras, las cuales son

profusas y alargadas, de vez en cuando prolongándose al suelo en busca de humedad. Similar comportamiento a las orquídeas y anturios (Becerra, 1994).

Es importante considerar las condiciones de la zona natural donde crecen las cactáceas para determinar el método más adecuado de cultivo (Reyes\*, 1995).

A pesar de que la humedad proporcionada por la lluvia es el principal agente que desencadena la germinación, muchas especies de cactáceas requieren de condiciones más específicas por ejemplo: determinadas temperaturas o luz (Rojas, 1995).

## 6.2. Luz

La luz del sol es indispensable para las cactáceas, sobre todo aquellas que provienen de las regiones con mucha luz y calor. Si se mantienen en un invernadero debe recibir por lo menos el 90% de la luz. El sitio debe estar orientado de norte a sur y bien ventilado, para evitar la proliferación de hongos (Reyes\*, 1995).

*Hylocereus spp.* Necesita crecer a plena exposición solar. Bajo sombra los rendimientos se ven reducidos significativamente (López, 1996).

## 6.3. Temperatura

Esta es variable y puede oscilar entre 10° C en invierno hasta los 45° C en los días calurosos, siendo su rango óptimo entre los 18 y 26° C. En general, las cactáceas se



adaptan a las temperatura altas, pero es necesario el frío para estimular la floración (Reyes\*, 1995; Cordero, 1997).

#### 6.4. Clima

En México se encuentran ubicadas pitahayas de clima templado y pitahayas de clima tropical (Reyes, 1995).

*Hylocereus* es una fruta de clima tropical, lo cual nos indica que este género tiene amplio intervalo de adaptabilidad y la variación se debe a las diferentes especies que lo comprenden (Cordero, 1997).

#### 6.5. Altitud y precipitación

En México se le puede encontrar desde los 0 a más de 1,800 m.s.n.m. Se adapta bien a zonas de baja precipitación en áreas que van desde los 400 a más de 2,000 mm anuales, de preferencia de 1,200 a 1,500 mm anuales. (Ortíz, 1996; López, 1996 y Cordero, 1997).

Las especies de pitahaya roja, encuentran en Colombia una amplia distribución en una altitud inferior a los 1,000 m.s.n.m., en condiciones naturales, pero se considera su rango óptimo entre los 400 y 800 m.s.n.m., prefiere los lugares aislados de los valles, como son las pequeñas agrupaciones xerófitas de los bosques tropicales, asociada con tutores vivos naturales (Reyes, 1995).

#### 6.6. Suelo

La planta, para su buen crecimiento, requiere suelos franco arenosos y con pH de 5 - 7; no debe plantarse en suelos arcillosos, ya que los suelos mal drenados ocasionan problemas de encharcamiento, provocando pudriciones por bacteriosis (López, 1996).

### **VIII. Propagación**

La propagación, es un método o mecanismo que lleva a la obtención de una o más plantas, ya sea sexual o asexualmente. las cactáceas se pueden propagar de diferente manera y dependiendo de la especie que se trate (Reyes\*, 1995).

Para establecer un vivero se deben tomar en cuenta ciertas características de las cactáceas, basadas en su medio natural, en el que se encuentran asociadas con plantas o

arbustos de crecimiento mayor, los cuales las protegen de la radiación cuando están en estado de plántula.

Con un microambiente adecuado y la presencia de plantas nodrizas se puede establecer un vivero a cielo abierto para la producción de cactáceas propagadas por semilla. para un buen desarrollo es necesario contar con un techo o sombreado para evitar exceso de radiación solar pues ésta provoca deformaciones, el sombreado debe ser durante el proceso de germinación y algunos meses después tanto en el semillero como en el lugar en que se desarrolla la pequeña planta (Moreno, 1995).

Con respecto a la diseminación de las especies de pitahaya, las aves son los agentes que posiblemente más participan en la diseminación de la semilla; por dos motivos principalmente porque gustan de la pulpa de estos frutos y porque las semillas son de tamaño pequeño y resistentes.

Las semillas que las aves ingieren pasan por el tubo digestivo, al pasar enteras no son digeridas y por lo tanto, son arrojadas, con los excrementos e hidratadas. Algunas aves, cuando después de comer la pulpa del fruto, se limpian el pico arrojando las semillas al sacudirse, sobre los troncos de árboles de tal forma que si las condiciones son favorables y permiten la germinación de la pitahaya ocurre en forma epígea y se da aproximadamente a los 13 días después de la siembra.

Otra forma de diseminación, que ocurre es la siguiente: La sequía prolongada determina que las ramas terminales, pierdan su turgencia y se vuelvan flácidas, en estas condiciones la fuerza del viento o de las tormentas hace que se desprendan y posteriormente caigan al suelo, después estos mismo agentes o los animales se encargan de su diseminación, cuando estas ramas desprendidas logran fijarse y las condiciones ambientales son favorables, producen raíces y se forman nuevos brotes (Reyes, 1995).

### 7.1. Reproducción sexual

Las semillas de las cactáceas y de todas las plantas tienen como objetivo la conservación y multiplicación de la especie y pueden ser diseminadas por diversos medios: animales, aire, lluvia y corrientes marinas (Moreno, 1995).

La multiplicación de cactáceas por medio de semillas es un método sexual, el cual implica la recombinación de material genético. Se trata de un trabajo prolongado que requiere de espacio y mucha paciencia (Reyes\*, 1995).

Aunque la semilla tiene buen poder germinativo, no es muy recomendable, porque las plántulas procedentes de ella tienden a degenerarse y el desarrollo es muy lento, puede tardar hasta 3 años para entrar en producción (Becerra, 1994).

Por lo general las semillas jóvenes de las cactáceas (1 a 2 años) son las que más rápidamente germinan (Moreno, 1995).

### 7.1.1. Preparación de almácigos

Se debe tener una buena mezcla de sustrato para preparar los almácigos, que deben ser de poca profundidad y buen drenaje, éstos pueden ser llenados a la mitad con grava o con pedacitos de barro formando una cama de drenaje y agregar una capa delgada de carbón vegetal, con el fin de evitar la acidez de la tierra y la fermentación de la materia orgánica; el resto del almácigo deberá ser llenado con la mezcla y preparado para la siembra (Moreno, 1995).

En el jardín botánico de la UNAM se ha tenido gran interés en la preservación de diferentes especies, para el caso de las cactáceas la metodología empleada para la producción por semilla es la siguiente:

Preparación de recipientes y sustrato:

a) Charola con domo (se puede reemplazar con otros recipientes) que permita la creación de un microambiente húmedo para facilitar la germinación.

b) Lavar la charola, desinfectándola con cloro al 10% (10 ml de cloro en 90 ml de agua), luego enjuagar con agua corriente, pero esterilizada.

c) Como sustrato se utiliza una mezcla de bentonita cálcica, arena sílica, turba y tezontle (o vermiculita) en partes iguales. El sustrato debe ser esterilizado a una temperatura cercana a los 120° C, esperar que se enfríe para colocarlo en la charola y finalmente se humedece con agua corriente estéril a punto de saturación.

Tratamiento previo de semillas (que debe ser simultáneo a los puntos anteriores):

1) Sumergir las semillas en agua destilada estéril a 50° C durante cinco minutos y dejar enfriar a temperatura ambiente 24 horas.

2) Después de 24 horas, se lavan las semillas con agua corriente estéril con tres repeticiones.

3) Sumergir en cloro al 30% (30 ml de cloro en 70 ml de agua destilada estéril) durante 5 minutos.

4) Lavar las semillas en agua corriente estéril una vez.

5) Pasar las semillas a una caja de petri y agregar una solución de fungicida (captan: 1 g en 100 ml de agua destilada estéril).

6) Hacer un pequeño surco sobre el sustrato que apenas sobrepase el diámetro de la semilla y sembrar con la ayuda de pinzas, pinceles y agujas de disección. Las semillas deberán estar colocadas a 1.5 cm de distancia una de otra (si son especies pequeñas se pueden saturar, de tal manera que en una charola de 25 x 50 sea suficiente para germinar 4,000 semillas).

7) Colocar el domo y una malla de sombra que deje pasar 60 a 70% de luz. La temperatura deberá estar entre 20 y 25° C. La germinación se iniciará entre 3 y 8 días después de la siembra en las condiciones mencionadas. Las plántulas se deben regar con agua corriente estéril durante los primeros estadíos de crecimiento (tres semanas) y luego se riega con agua corriente. Cuando las plántulas alcanzan un tamaño de 1 cm de altura, ya se pueden trasplantar o en edades de 4 meses como mínimo (Reyes\*, 1995).

### 7.1.2 Transplante

Esta actividad es importante realizarla porque permite el rápido desarrollo y crecimiento de las plántulas. En esta etapa, se necesita un sustrato de:

1 parte de turba

1 parte de tezontle fino

1 parte de tepojal fino

1 parte de agrolita

Otra mezcla efectiva es:

1 parte turba

1 parte de vermiculita

1 parte de tepojal fino (se puede sustituir por tezontle o agrolita).

Esta mezcla se esteriliza y se ajusta a un pH de 6 - 6.5; antes de realizar el transplante se lavan las raíces y se aplica la mezcla de enraizador (Radix 1500<sup>R</sup>) y fungicida (Captan<sup>R</sup>) en relación 1:1. En las macetas en que se va a trasplantar se coloca una capa de tezontle o tepojal de 1.5 cm de diámetro y sobre ella, la mezcla antes preparada.

Realizando en transplante, se colocan las macetas bajo sombra donde la luz sea del 70%, a una temperatura mínima de 15° C y máxima de 35° C ((Reyes\*, 1995).

## 7.2. Reproducción asexual

El método asexual o vegetativo es el que más común y ampliamente se utiliza en la propagación de estas plantas siendo el estacado, por hijuelos e injertación los que se han utilizado.

La propagación de esta planta se ha realizado exclusivamente en forma vegetativa, lo que en un futuro, traerá como consecuencia la pérdida de la variabilidad genética de la especie (López, 1989).

De preferencia se debe introducir la navaja en alcohol o flamearla antes de cada corte, después se debe esparcir algún producto químico para facilitar el enraizamiento y evitar la proliferación de hongos o bacterias. Dejar cicatrizar 15 días (Reyes\*, 1995).

### 7.2.1 Por estacas

El método asexual es el más utilizado en la propagación de las cactáceas y el más conocido es el de esqueje, el cual consiste en fragmentar los tallos en trozos y dejar los cicatrizar en un lugar seco y ventilado para evitar pudriciones (Moreno, 1995).

La propagación de las especies por fragmentos de tallos es posible gracias a la producción de raíces adventicias (Ortíz, 1996).



Al hacer un estudio del efecto de tres sustratos en el enraizamiento y desarrollo de pitahaya; el mayor número de raíces se pudo observar que se presentó en arena, sin embargo el mayor número de brotes y la mayor longitud de los mismos se distinguió en el suelo franco arcilloso (Bárcenas, 1994).

El enraizamiento de las estacas lleva aproximadamente 2 meses, período después de cual se pueden transplantar a bolsas para su posterior trasplante definitivo a campo o bien, después de 6 meses hacer el trasplante definitivo (Ortíz, 1996).

#### 7.2.2. Por hijuelos.

Los vástagos son brotes que emergen alrededor de las plantas madre como ocurre con las cactáceas globosas que forman clones o hijuelos. Los hijuelos se desprenden fácilmente quedando una pequeña lesión en las dos partes, vástago y planta madre, por lo cual es necesario agregar azufre o algún producto que lo contenga y dejarlo cicatrizar durante 15 días y después sembrarlo en un sustrato similar al utilizado por la planta madre (Moreno, 1995).

#### 7.2.3. Por injerto

Esta forma de propagación apenas comienza a utilizarse sólo se ha tenido experiencia por trabajos de investigación principalmente.

Este método de propagación consiste en unir porciones de dos plantas distintas. Se utiliza en las cactáceas y en otras plantas para ayudar a aquellas que tienen dificultad para vivir directamente en el suelo y también para obtener ejemplares raros o llamativos. Es interesante esta técnica para salvar especies en peligro de extinción ya que puede ayudar al crecimiento de plantas que han perdido el sistema radicular.

Los sistemas de injertos más utilizados para cactáceas son de caras planas, de cuña y lateral.

Para hacer injertos en cactáceas, se puede emplear como patrón o porta injerto las especies de los géneros *Pereskia* (alfilerillo), *Myrtillocactus* (garambullo) e *Hylocereus* (pitaya o pitajaya) (Reyes\* 1995).

El injerto de hendedura de *Hylocereus undatus* con diferentes patrones como *Opuntia robusta*, *Stenocereus griceus* y *Stenocereus stellatus*, se logra la unión pero en bajos porcentajes; con *Nopalea spp.*, y *Opuntia ficus indica* no existe compatibilidad. *H. undatus* sobre la misma especie no presenta ningún problema de prendimiento.

Los injertos de *H. undatus* sobre la misma especie no presentaron problemas de prendimiento; sobre *Opuntia robusta*, *Stenocereus griceus* y *Stenocereus stellatus* se logró la unión de injertos, pero en bajos porcentajes y sobre *Nopalea spp.* y - *Opuntia ficus indica* fracasaron.

Se corroboró que los injertos de *H. undatus* sobre *Opuntia robusta* son exitosos. Se logró mayor prendimiento de injerto sobre tallos de *Opuntia robusta* de seis meses de edad y no influyó en el tamaño de sección injertada (Cordero, 1997).

### 7.3. Plantación

El género *Hylocereus* tiene hábitos silvícolas; siempre busca los lugares iluminados, algunas veces se comportan como epífitas completamente, para lo cual emiten raíces aéreas; otras se comportan como trepadoras y solamente tienen relación con el suelo por medio del tallo principal o raíces adventicias (Reyes, 1995).

Los agricultores al momento de realizar la plantación, trata de plantar los tallos de *Hylocereus* cerca de una planta o cerco y/o barda para que le sirva de sostén, dentro de los sostenes utilizados en la región tenemos los siguientes:

- I) *Prosopis juliflora* (mezquite)
- II) *Stenocereus marginatus* (pitayo)
- III) *Pithecellobium dulce* (guamuchil)
- IV) "sihuapatle"
- V) Cercas de piedra
- VI) Bardas de ladrillo y adobe.

Como podemos observar son plantas de porte arbóreo para que pueda sostener una planta adulta de *Hylocereus undatus* (Méndez, 1993).

*Hylocereus* se caracteriza por el entrecruzamiento numeroso de sus "tallos", alcanzando la planta pesos superiores a los 100 kilos a los 3-4 años de edad y en plena producción (Reyes, 1995).

La siembra en el campo puede ser al inicio de la estación lluviosa, a distancias de 3 x 3, en cada mata se coloca un tutor (poste) vivo o muerto. Los tutores deberán ser estacas grandes de árboles de corteza suave como la ciruela *Spondia*, también se puede utilizar *Erythrina* (colorín), *Crescentia cujete* (Jícaro), *Gliridia sepium* (madero negro), *Bursera simaruba* (jiñocuabo) y *Cordia sp* (tigüilote). Se pueden colocar postes y conducirla mediante alambres, sistema telégrafo y/o alternando con tutores vivos. Los postes pueden ser contruidos con armex y cemento (Ortíz, 1994).

Mientras no se encuentre un patrón resistente a nemátodos y que se pueda plantar directamente en el suelo, será necesario hacerlo sobre sustrato de origen orgánico. La experiencia acumulada en casi 10 años de los cafetaleros de Colombia, indica que mezclas de madera descompuesta, abonos orgánicos (gallinaza, lombricompuesto, abono de establo, desechos vegetales, etc.) y cascarillas que den volumen, como la de arroz, café, maní, etc., mezcladas en parte iguales, proporcionan un medio de cultivo excelente para pitaya. La práctica seguida consiste en trazar surcos

a las distancias previstas y encima hacer caballones o "materos" donde quedará la mata de pitaya.

Es necesario acondicionar periódicamente el sustrato al pie de la planta pues lo consume con rapidez, lo que implica establecer en la finca, una fábrica de materia orgánica para dicho cultivo (Becerra, 1994).

Sistema tradicional. Consiste en plantar dos tallos sin raíces al pie y alrededor del tutor, enterrando 15 cm el extremo leñoso en donde se efectuó el corte. En áreas de mucha pendiente, los tallos se siembran en el lado más alto; a medida que van creciendo, se recomienda sujetarlos al tutor con mecate, para ayudar a la planta a que se adhiera al tutor con facilidad.

El sistema tecnificado, comprende la siembra de plantas previamente enraizadas en vivero, es un material libre de plagas y enfermedades. El hoyo debe medir 30 cm de diámetro y 40 cm de profundidad (López, 1996).

## VIII. Manejo del cultivo

Las principales limitantes para su cultivo, son las siguientes:

- a).- Poco conocimiento de las especies cultivadas
- b).- Es un cultivo de tipo silvestre
- c).- Dispersión de la información, falta de divulgación de los resultados
- d).- Falta de investigación encaminada a realizar un manejo intensivo de la especie
- e).- Falta de apoyo oficial y de líneas de crédito para el fomento del cultivo y el consumo de los frutos. (Grande 1995).

### 8.1 Tutorado

En Colombia, inicialmente se ensayaron más de 25 sistemas de tutorado, desde camas bajas de piedra, estructuras de cemento, postes de madera, guadua, estructuras sofisticadas y costosas hechas con hierro y plásticos (Becerra, 1994).

Para ello se consideraron los aspectos siguientes:

- La facilidad de adquirirlos en la región.
- durabilidad (más de 10 años).

- de fácil construcción.
- que los puedan operar los trabajadores de la zona.
- y finalmente la economía dentro de la explotación; se definieron como las funcionales:
  - Espaldera sencilla o tradicional
  - Espaldera en "T"
  - Sistema pérgola o "chiquero individual"

1).- Espaldera sencilla o tradicional. Este tipo de cultivo se basa en el concepto de dirigir las ramas lateralmente. Se clavan postes cada tres metros atravesados por alambres a distancias de .5 - 2.0 m y altura a partir del suelo. Cada hectárea quedará con 25 espalderas de 100 m y una población de 833 a 950 plantas si es en cuadrado o tresbolillo, respectivamente.

2).- Espaldera en "T". Lo mismo que la anterior, pero al poste se le coloca un "T" de 0.80 cm en la parte superior (1.7 m), sobre la cual se extienden 3 cables No. 10. Las pitayas se plantan a media distancia entre dos postes y las ramas se guían sobre las cuerdas para que éstas descuelguen sobre las calles que son de 4 m y desde las cuales se realizan todas las labores. Con este sistema se obtiene la mayor masa foliar y productividad.

3).- Sistema pérgola o cama individual. Es una estructura que aunque costosa se justifica porque se adapta a la condición de cultivo permanente ya que es muy

duradera. Consiste en colocar 4 postes de 2 m de longitud, clavados en cuadro a 1.5 m. Cada par de ellos unidos en la parte superior por un poste colocado horizontalmente y descansando sobre éstos. Otros cuatro trozos de madera formarán la cama sobre la cual se extenderán las ramas de la pitaya formando un área de producción grande ya que las ramas descolgarán por los 4 costados. En una hectárea caben 625 camas (Becerra, 1994).

## 8.2. Fructificación

En lo que se refiere a manejo al fruto, son escasas las prácticas realizadas, únicamente se le instalan bolsas de polietileno para protegerlo de los pájaros cuando este inicia su maduración en la planta. (Méndez, 1993).

En Tabasco, se evaluó la practica de aclareo manual de los frutos en diferentes estados de desarrollo de la planta, como una alternativa para incrementar el tamaño y peso del fruto. Para ayudar a mejorar tanto la calidad de éstos así como su comercialización; durante este último proceso, los frutos de mayor tamaño alcanzan un precio más elevado que los pequeños los cuales se producen en mayor cantidad.

Se concluye por el trabajo antes referido que, existen tendencias de un incremento en el diámetro y peso de los frutos de la pitaya como respuesta de la planta al aclareo manual de estos (Bolaina, 1994).

## 8.3. Poda



La poda es una práctica fundamental e importante que se debe hacer frecuentemente, ya que contribuye a mantener la plantación en buenas condiciones. El manejo del cultivo indica que donde se poda una rama, inmediatamente hay emisión de flores o rebrotes. La poda debe practicarse además para eliminar ramas que llegan al piso, y entresacar las que obstaculicen las labores ordinarias dentro de la plantación. Durante la labor de poda es necesario orientar las ramas desviadas con el fin de guardar un ordenamiento dentro de la cama o la espaldera (Becerra, 1994; López, 1996).

En la pitahaya se hacen los siguientes tipos de poda:

- poda de formación
- poda de raleo
- poda fitosanitaria

Poda de formación: Consiste en seleccionar tallos que crezcan en diferentes direcciones, para evitar aglomeraciones que favorezcan pudriciones por diferentes patógenos; además, con este tipo de poda se facilitan otras labores culturales, tales como: aplicaciones fitosanitarias, control de maleza, cosecha etc. Se deben de podar todos los brotes que la planta emite entre el nivel del suelo y un metro de altura.

Poda de raleo: Consiste en eliminar las vainas improductivas, ubicadas en las partes inferiores e internas de la planta. Esta poda presenta las siguientes ventajas:

- Mejor circulación del aire entre vaina.
- Mayor exposición a la luz solar, haciendo más productiva la planta.
- Menor densidad de tallos evitando un peso excesivo que pudiera derribar al tutor o la planta misma.
- Disminuye el exceso de humedad, reduciendo los ataques de enfermedades fungosas y bacterianas durante el invierno.

Poda fitosanitaria: Tiene como objetivo eliminar los tallos afectados por plagas y enfermedades, principalmente aquellos tallos con síntomas de la enfermedad conocida como quema o bacteriosis *Erwinia carotovora*. El material afectado se corta con tijeras, se saca de la plantación, se entierra o se quema, para evitar mayores contaminaciones dentro de la plantación (López, 1996).

#### 8.4. Riego

La pitaya como el resto de los frutales tropicales, responde muy bien a la sequía, pues ésta es la responsable del estrés o dormancia a falta de frío. Cuando no se presenta una sequía adecuada, con suficiente iluminación, la floración es deficiente. Pero cuando las sequías se prolongan demasiado, es necesario recurrir al riego, para regularizar las cosechas, el que junto con las podas, y fertilización debe responder por una inducción floral. También es importante para evitar el aborto floral y para el llenado de fruto (Becerra, 1994).

En relación al riego, no se tienen reglas establecidas con exactitud, ya que depende de muchos factores que sólo el horticultor puede determinar por experiencia. Generalmente el calor y la intensidad de la luz del sol de cada estación del año determinará con qué frecuencia se tiene que regar. Sólo en primavera-otoño se puede regar a punto de escurrimiento cada 10 ó 15 días y los meses de invierno cada 20 ó 30 días. La mejor agua para regar es la de lluvia que no contiene sales y está más oxigenada. Finalmente se recomienda regar por la mañana o muy tarde, de ser posible evitar el contacto del agua con el tallo para protegerlo de las sales que dañan su epidermis si se riega con agua de tubería (Reyes\*, 1995).

Los primeros días después de la siembra la planta requiere humedad, su manejo es importante porque permite mantener la vida del vegetal y su regulación, estimula la formación y desarrollo de raíces. El exceso, favorece al desarrollo de microorganismos y ataque de bacterias y hongos. La pitahaya es una cactácea que aprovecha muy bien el agua de la lluvia, pues algunas ramas triangulares mantienen pequeños volúmenes de agua, cuando se desarrollan horizontalmente, la consistencia del tejido vegetal es carnosa, una vez que se moja absorbe agua.

En Tabasco, el riego sólo se aplica en vivero, cuidando que se realice cada tercer día, siempre y cuando no haya llovido, evitando encharcamientos.

El riego aplicado en plantación, no es utilizado, ya que se aprovecha la humedad en el mes de febrero para su establecimiento de plantación. En Israel, los trabajos que realizan con riego son por goteo, aprovechando la aplicación de fertilización, les ha

dado un resultado formidable ya que inducen a floración precoz, y una mayor fructificación.

Es posible que el riego por goteo es el mejor, debido a la conformación de sus raíces que no son muy profundas. Unos 20 cm aproximadamente.

En México se le puede encontrar en áreas con precipitaciones que van desde los 400 a 2,000 mm anuales. En información de investigadores franceses, ellos dicen que prácticamente se tiene un buen desarrollo con una precipitación de 110 mm. mensuales. (Ortíz, 1995; Reyes, 1995; Cordero, 1997; ).

### 8.5. Fertilización

El hábitat natural de las cactáceas es rico en nutrientes, por lo que deben ser fertilizadas. En los países donde se cultivan los cactus a escala comercial, existen fertilizantes especiales que no se consiguen fácilmente en México (Reyes\* 1995).

En Tabasco se utiliza la recomendación Colombiana de aplicar a los 10 días de sembrado 5 gramos, por planta de triple 17-17-17 y a los 90 días se aplican 100 gramos de materia orgánica descompuesta (hecha polvo) cascarilla de cacao o excremento de ganado cuidando que esta materia orgánica no contenga nidos de hormigas o insectos.

Una buena práctica es la de tender la materia orgánica al suelo y exponerla al sol 3 días y después colocarla a las plantas.

Se ha observado que las pitahayas responden mucho mejor a las aplicaciones de materia orgánica así como a una fertilización foliar cada 15 días, hasta iniciar el trasplante definitivo a la huerta. Procurar no modificar radicalmente su estado semisilvestre, así que se opta por una fertilización orgánica (Reyes, 1995).

A la fecha no se conocen los requerimientos nutricionales en la pitaya. Sin embargo los cultivos establecidos en Colombia se han fertilizado en forma empírica, con abundantes cantidades de materia orgánica y 17-6-18-2, más elementos menores, con muy buenos resultados. En base a esto para cultivos adultos se ha aplicado una tonelada por hectárea en cada fertilización (Becerra, 1994).

## **IX. Plagas, enfermedades, malezas y su control**

## 9.1. Plagas

Entre las principales plagas que se pudieron observar en *H. undatus* fueron: *Hymenoptera* que son la "hormigas" y la *Hemiptera* que son las "chinchas"; ambas familias atacan principalmente a los tallos y a los botones florales y flores produciendo amarillamiento y su caída (Méndez, 1993; Rodríguez 1993).

**Mosca del botón floral** (*Dasiops saltaus*, Townsend. Dip. Loncheidae).

Daño:

El adulto coloca los huevos en el tubo floral, o en la base del ovario desde los primeros inicios de su formación. Los botones florales se amarillan y se caen, sin que éstos se desarrollen más. En ataques severos se encuentran dentro de la flor dos o más larvas.

Control:

Recolectar y quemar los botones y flores afectadas. Captura de adultos con trampas. Aspersión con insecticidas de acción rápida.

**Moscas de las frutas** (*Anastrepha* sp. y *Ceratitis capitata*).

Daño:

Similar que en otras frutas. La *Ceratitis* ha sido reportada en otros países, pero no en Colombia. Unas larvas posiblemente de mosca casera, fueron encontradas en un envío de pitayas sobremaduras al Japón, y este hecho ocasionó el cierre de las exportaciones a dicho país asumiendo que se trataba de *Anastrepha*.

Control:

Tratamiento en baño de agua caliente, similar para el mango. Aspersiones con insecticidas cebo, más atrayentes. Plan completo contra mosca de las frutas en el cultivo.

Se presentan ataques esporádicos de otras plagas como **cucarrones y avispas** que todavía no son graves económicamente.

Daño:

Dañan tallos y pétalos.

Control:

Control según especie (Becerra, 1994).

**x,kizay** (*Leptoglossus gonagra*)

Daño:

Amarillamiento y muerte de tallos. Manchas y agrietamientos del fruto.

**Gusano del fruto**

Daño:

Galerías color café en el interior del fruto.

Control:

Eliminar restos de flor después del amarre del fruto, aplicar lannate. Trampas con feromonas.

**Kokay o luciérnaga** (*Photinus scintillans*)

Daño:

Amarillamiento muerte y caída de flor y deformación del fruto.

Control:

Uso de trampa con atrayente, aplicación de humo por la noche (Rodríguez, 1993).

**Ratones. Pájaros;** en su mayoría “carpinteros”, “chuparrosa” y palomas

Daño:

Atacan al fruto maduro

Control:

Trampas y cebos envenenados y cosechar en estado muy maduro (Méndez, 1993; Becerra, 1994)

**Tuzas**

Daño:

Destrucción del sistema radical.

Control:



Tapar los agujeros, tratamientos con agua caliente y pastillas de licia, colocar trampas (Rodríguez, 1993).

### **Nemátodos:**

La pitaya amarilla (*Acanthocereus*), en Colombia al ser transplanteda en tierra directamente tiene un crecimiento extraordinario durante el primer año hasta que sus raíces se ven invadidas por nemátodos, principalmente de los géneros *Meloidogyne* y *Heliocotylenchus*, destruyendo totalmente los cultivos. Ahora se le ha proporcionado sustento orgánico de varias composiciones, según la materia prima predominante en cada zona, pero basado principalmente en desperdicios de madera descompuesta y materia orgánica de la finca de origen vegetal y animal. En consecuencia, el aspecto de suelos viene a ser secundario, pues el cultivo queda anclado prácticamente en un sustrato hidropónico orgánico

Invaden las raíces, destruyéndolas completamente. Destruyen los tejidos de absorción de nutrientes y agua, causando amarillamiento general, el crecimiento se para, quedando el fruto chico, se presenta invasión de hongos, la planta se deseca y muere.

### **Control:**

Desarrollar las raíces en sustrato orgánico, impregnar raíces antes del trasplante con micorrizas. Utilización de otras variedades resistentes a nemátodos, como patrones. Utilizando nematicidas (Becerra, 1994).

En Cenicafé de Colombia, durante 1989, se evaluó la resistencia de pitaya roja a los nemátodos encontrándose una interacción positiva con la aplicación antes del trasplante con la micorriza *Glomus manihotis* al sustrato de cultivo (Reyes, 1995).

## 9.2 Enfermedades

*Fusarium spp., Botrytis spp., Diplodia, Mucor y Rhizopus.*

Daño:

Es una pudrición basal blanda de la fruta que se presenta en el cultivo y que continúa en el almacenamiento y venta. Empieza en la base del pedúnculo e invade toda la fruta. Es un problema grave en postcosecha.

Control:

Su tratamiento debe ser en precosecha, cosecha y postcosecha. Podar ramas para airear la planta. No aplicar nitrógeno en exceso. Desinfectar herramientas de poda y cosecha. Aspersiones con fungicidas adecuados durante el cultivo. Evitar heridas al fruto durante la cosecha. Tratar la fruta después de cosecharla, para el almacenamiento y venta.

**Antracnosis** (*Colletrotrichum sp.*)

Daño:

Causa pudriciones acuosas en los tallos en climas con alta humedad relativa y suelos encharcados. Es también una consecuencia del ataque de nemátodos.

Control:

Control de nemátodos. Podar adecuadamente para dar aireación. Aspersión con fungicidas (Becerra, 1994).

### 9.3. Malezas

En Colombia, se ha utilizado con buenos resultados, desde el almácigo y durante todo el tiempo de cultivo, la deshierba química con glifosato a dosis subnormales, de lo recomendado por los fabricantes. Lo recomendado en Colombia para aspersora de mochila de 20 litros es:

70 cc de Round-up<sup>R</sup>

15 cc de dispersante-adherente

El producto le puede caer a la pitaya sin que le ocasione ningún daño (Becerra, 1994).

## **X. Cosecha y manejo de postcosecha**

### 10.1. Indices de cosecha

Hasta que los frutos empiezan a presentar coloración en la región basal del fruto, es el momento de cortarlos para su envío al mercado.

La oportunidad con que se efectuó el corte de los frutos influye mucho en el sabor de la "pulpa" y se dice que se debe cortar el fruto cuando este ya obtenga su coloración roja purpúreo o en su defecto que inicie esta coloración. Existen antecedentes con respecto a que cuando se corta el fruto antes de que tome su coloración final el fruto va a tener un sabor ácido, en comparación con el sabor dulce que tiene este cuando es madurado completamente en la planta (Méndez, 1993).

De acuerdo al destino de la fruta a los diferentes mercados el punto de madurez requerido varía:

doméstico: 75-100% de madurez

exportación: 50-75% de madurez (Becerra, 1994)

## 10.2. Cosecha

La maduración desuniforme de las frutas y el carácter espinoso de la planta, hacen de la cosecha un aspecto muy delicado e importante de este cultivo. Deben utilizarse guantes protectores y tijeras podadoras curvas para cortar la fruta por el pedúnculo, procurando no dañar la rama (Becerra, 1994).

Los frutos se cosechan cuando empiezan a "pintar" y se dejan madurar a la sombra, en un lugar seguro, donde no sean dañados por pájaros y roedores. Una vez colectados, deben manipularse con cuidado, evitando golpes o magulladuras que les resten calidad y durabilidad, y que pueden hacer que sean rechazados en el mercado (López, 1996).

### 10.2.1 Rendimiento

Si el cultivo se ha desarrollado adecuadamente a los 18 meses debe obtenerse la primera cosecha aproximada de unos 2 kg/planta. A los 2 años 70-100 frutas y a los 4 alrededor de 150-200 frutas/planta con un peso entre 200 y 250 g, lo cual nos daría una proyección entre 8 y 10 ton., al cuarto año.(Becerra, 1994).

El peso promedio de los frutos es de 200 a 550 gramos (Reyes, 1995)

### 10.3. Operaciones en el local de empaque

Al concentrar la cosecha, es necesario realizar ciertas actividades como es la recepción primeramente en un lugar determinando y de ahí se siguen otras etapas preparativas para el transporte, almacenamiento y comercialización finalmente de la fruta. Con estos pasos tenemos el producto clasificado, de calidad y se evita en gran medida la pérdida por falta de manejo de postcosecha.

### 10.3.1. Recepción

Colocar inmediatamente en cuartos refrigerados de 10-15° C para bajar rápidamente la temperatura de campo, hasta hacer el tratamiento para el empaque

Bajo las condiciones de Colombia se ha tenido 15 días en total, desde cosecha hasta la venta final en mostrador. Por consiguiente es necesario darle tratamiento a la fruta con el fin de prolongar su vida (Becerra, 1994).

### 10.3.2. Lavado y secado

Lavar la fruta con agua fresca y jabón Tego 51<sup>R</sup>, una vez que se haya pre-enfriado a una concentración del 1% limpiándola de las espinas y la mugre con cepillos suaves de fique o plástico. Luego se enjuaga en otro recipiente con Mertect<sup>R</sup> u otro fungicida para postcosecha al 0.25% (Becerra. 1994).

Los frutos seleccionados, de acuerdo a los requisitos de exportación, se trasladan a una mesa de secado. Esta labor se hace con lanillas o bies, utilizando abanicos eléctricos (López, 1996).

### 10.3.3. Clasificación y normas

Clasificación:

Las pitayas se clasifican en tres categorías que se definen a continuación:

Categoría extra. Las pitayas de esta categoría deben ser de calidad superior. Presentarán todas las características mínimas definidas anteriormente. Deberán estar exentas de todo defecto, aceptando ligeras alteraciones superficiales de la epidermis.

Categoría I. En esta categoría presentarán todas las características mínimas definidas anteriormente, aceptando:

- Ligeras deformaciones de los frutos
- Ligeras rozaduras cicatrizadas.
- Ligero defecto de coloración.

Categoría II. Comprende la pitayas que no pueden clasificarse en las categorías superiores, pero que corresponden a las características mínimas definidas. El fruto debe conservar sus características esenciales de calidad y no perjudicar el aspecto general del producto ni su presentación en el empaque, se admiten para fruto los siguientes defectos, dentro de los límites que se indican a continuación.

- Manchas superficiales en una extensión inferior al 15% del total de fruto.
- Deformidad de los frutos.
- Raspaduras cicatrizadas en una superficie inferior al 15% de total del fruto

Normas:

La presente norma se refiere a la pitaya amarilla "*Hylocereus ocamponis*" destinada al consumo en fresco para el mercado de Colombia.

Disposiciones relativas a la calidad. La norma tiene por objeto definir las características de calidad que deben presentar las pitayas al momento del despacho, después de su adecuación y empaque.

Características mínimas. en todas las categorías, las pitayas deben presentarse: -  
En forma sin heridas.

- La forma, característica de la pitaya.
- De aspecto fresco y consistencia firme
- Provistas de pedúnculo o tallo de 1.5 a 2.0 cm del longitud.
- Sanas; exentas de ataque de insectos o enfermedades, se excluyen las pitayas afectadas por podredumbre o alteraciones tales que las hagan impropias para el consumo.

- Limpias; exentas de materias extrañas y agentes biológicos visibles, con especial énfasis en el orificio apical.
- Desprovistas de humedad exterior anormal.
- Exentas de olores y/o sabores extraños entre el 40 y 50%, para que permita su manipulación y transporte hasta su destino final en buenas condiciones.

Calibrado:



Disposiciones relativas al calibrado. El calibre se determinará por el peso del fruto y de acuerdo al cuadro No. 9.

Cuadro No. 9. Calibración por peso de fruto de pitaya amarilla (*Hylocereus ocamponis*).

Peso unitario en gramos.		
AAA	Superior a 270	A
AA	de 230 a 270	B
A	de 190 a 230	C
B	de 150 a 230	D
C	de 110 a 150	E

Disposiciones relativas a las tolerancias. Se admiten tolerancias de calidad y calibre en cada empaque para los productos que no corresponden con las exigencias de la categoría indicada en el mismo.

Tolerancias de calidad:

Categoría extra. Se admite hasta un 5% en número o peso de frutos que no corresponden a las características de la categorías extra, pero que no correspondan a la categoría I.

Categoría I. Se admite hasta un 10% en número o peso de los frutos que no correspondan a las características de la categoría I pero que no correspondan a la categoría II.

Categoría II. Se admite hasta un 10% en número o peso de los frutos que no correspondan a las características de la categoría II ni a las características mínimas; con exclusión de frutos visiblemente atacados por podredumbre, con magulladuras pronunciadas o con heridas no cicatrizadas.

Tolerancia de calibre: Para todas las categorías se acepta el 10% en número o peso de frutos que correspondan al calibre inmediatamente inferior o superior al señalado en el empaque.

- Disposiciones relativas a las exigencias para exportación:

Para exportación sólo se aceptan las categorías Extra y I en los calibres A, B, C y D (Becerra, 1994).

#### 10.3.4. Empaque

Disposiciones relativas a la presentación:

Homogeneidad:

El contenido de cada empaque debe ser homogéneo, compuesto únicamente por frutos del mismo origen, variedad, calidad y calibre. La parte visible del contenido del empaque debe ser representativa del conjunto.

Presentación:

Las pitayas se pueden presentar en empaques rígidos de cartón o combinación de cartón, madera y/o plástico. Las bases de las cajas deberán ser de 30 x 40 ó 40 x 50 cm.

Acondicionamiento:

Los frutos deben acondicionarse de forma que se asegure una protección conveniente al producto. Los materiales utilizados en el interior del empaque deben ser nuevos, limpios y de material tal que no cause alteraciones externas o internas. Se acepta la utilización de papeles o etiquetas con indicaciones comerciales, siempre que se utilicen materiales no tóxicos. Los empaques deben estar exentos de todo cuerpo extraño.

Disposiciones relativas al rotulado:

Cada empaque debe llevar, con caracteres visibles y agrupados la siguiente información:

a) Identificación exportador y/o empacador.

b) Naturaleza del producto: "Pitaya".

c) Origen del producto: "Colombia".

d) Características comerciales\*

- Categoría.

- Calibre y/o número de frutos.

- Peso neto.

e) El color del rótulo estará de acuerdo con la categoría:

Categoría	Rotulado
Extra	rojo
I	verde
II	amarillo

f) Marca oficial del control

\* Emitida por la entidad autorizada par realizar el control (Becerra, 1994).

#### 10.3.5. Almacenamiento

El almacenamiento ocurre rara vez, únicamente se realiza cuando existen excedentes de producción de frutos. Una de las desventajas de los frutos de *Hylocereus* es de que es perecedero o sea que dura muy poco almacenado, ya que necesita

refrigeración y pierde sus propiedades al mantenerlo mucho tiempo en este caso (Méndez, 1993).

La temperatura más baja de almacenamiento a que se ha mantenido la fruta, sin daños ni escaldaduras ha sido a 8° C durante 15 días y 85% de HR. En ensayos de transporte marítimo de la fruta a Europa en "Containers" de atmósfera controlada se ha podido llegar a un poco menos de 7° C, durante cerca de 33 días (Becerra, 1994).

En cuartos fríos es aconsejable almacenar los frutos empacados a una temperatura de 10 a 12° Mientras dure el almacenamiento, se sugiere revisar el estado de madurez de los frutos, par no enviar aquellos que puedan descomponerse durante el trayecto (López, 1996).

## **XI. Comercialización**

La comercialización moderna de alimentos requiere no sólo disponer de instalaciones adecuadas (centros de acopio a nivel de zonas productoras o las centrales de abastos), ubicadas generalmente en las principales áreas urbanas del país, o aquellos

tipos de establecimientos al detalle que tengan al menos un tamaño mínimo para su operación adecuada; con características de servicios conexos que van desde transportes especializados, comunicaciones, almacenes, frigoríficos, sistemas de clasificación, capacitación y financiamientos adecuados, que junto con prerequisites por el lado de la producción de alimentos y por el lado del consumo, complementan lo que podemos llamar una comercialización moderna.

A lo largo del proceso de comercialización se pueden observar operaciones en tres mercados, el de acopio, el de concentración de los productos y el de distribución.

La problemática del sector agropecuario puede sintetizarse en cuatro grupos: :

Manejo de productos

Comercialización

Tecnología y Financiamiento (Montemayor, 1987).

Actualmente las pitahayas se comercializan a través de intermediarios que van adquiriendo pitahayas silvestres localizadas en zonas productoras principalmente en los Estados de Campeche; Yucatán, Puebla. El precio promedio pagado al productor en 1995 fue de 0.5 a 3 pesos por kilogramo de fruta y la venta en los centros de acopio es de 2.0 a 5.0 pesos el kilo de fruta, así mismo en los mercados y las tiendas de autoservicio el precio que pagaba el consumidor final es de 8 a 18 pesos el kilo.

Esto se debe a que existe una escasa oferta de la fruta y como se mencionó anteriormente no existe una explotación de huertas comerciales, que ofrezca al mercado un volumen y un precio razonable para que pueda ser adquirida por más consumidores, los cuales por el alto precio no la adquieren. Se puede lograr un desarrollo frutícola con esta fruta ya que el gusto del consumidor nacional está latente. Esto nos lo demuestra la cultura de consumo que existe de la pitahaya, así como el que demuestran los habitantes de las zona urbanas quienes pagan un alto precio por la fruta (Reyes, 1995).

Siendo un producto nuevo hay necesidad de publicar su consumo teniendo en cuenta que la pitaya es un fruta bien presentada y agradable, en el mismo mercado nacional es desconocida. Es producto costoso para ciertos niveles de ingresos. En encuesta realizada en un supermercado de Bogotá para clase de altos ingresos las amas de casa en un 76% contestaron no conocerla y un 60% contestaron no comprarla por ser una fruta costosa. Todo esto implica la necesidad de implementar todo un programa de publicidad y conocimiento para el estrato de consumidora que queremos llegar (Becerra, 1994).

En su mayoría las zonas de producción y los centros de consumo carecen de las instalaciones indispensables y los servicios conexos que permitan conformar una comercialización moderna de alimentos (Montemayor, 1987).

Es importante tener un mercado interno, ya que en el Mercado Internacional la comercialización se realiza principalmente en Alemania, Japón y Canadá en nichos de mercados de frutas exóticas, exigiendo fruta en fresco, empaque, calidad, que nosotros todavía no desarrollamos por lo menos los pitayeros tabasqueños. Sin embargo, lograremos esta calidad sobre la práctica; e invirtiendo en investigación; mientras la producción obtenida servirá para consolidar nuestro mercado interno. Pero además, es muy importante que tengamos un consumo nacional asegurado, ya que en el comercio internacional se aplican políticas arancelarias para no permitir la entrada de productos que significan competencia, o bien por tácticas del comercio internacional; París, Lyon y la costa del mediterráneo, son las regiones que más alimentos exóticos consumen (Reyes, 1995).

La agricultura mexicana necesita de nuevas alternativas productivas, que sean rentables y que preserven el ambiente. Además, la creciente apertura comercial obliga a obtener productos de calidad, tanto para mantener el mercado nacional como para incursionar ventajosamente en el mercado internacional (Méndez, 1993).

Los productos mexicanos se topan frecuentemente con ofertas, normas y barreras de entrada en los mercados de exportación. Generalmente se derivan estas situaciones de presiones ejercidas por productores y distribuidores de otros países (Montemayor, 1987).



Los principales lugares en que se vende este producto, cosechado en Rayón, S.L.P., en caso de que haya suficientes para su comercialización regional y nacional, son los siguientes:

I) Autoconsumo - Familiar

II) En la misma comunidad

III) Mercado de la región - Rayón, Río Verde, Cd. Valle, S.L.P., La Merced en México, etc.

IV) Supermercados - Gigante, La Comercial Mexicana, Soriana, Chalita  
(Méndez, 1993).

## **XII. Conclusiones**

En esta época, en que se buscan nuevos recursos para satisfacer la demanda de productos hortícolas, requeridos por la creciente población se tiene sumo interés en el estudio de la alimentación de ciertas regiones del país, una alternativa es el caso de la pitahaya que es una fruta exótica; de tal forma que aumentando la producción y homogeneizando su comercialización es posible colocarla al alcance de la población en general.

No obstante que en los últimos años se ha impulsado el cultivo de *Hylocereus*, realmente han sido poco los avances que se han tenido en México, la mayor parte del producto comercial proviene aun de recolecciones silvestres y de algunas huertas de traspatio.

Nuestro país cuenta con las condiciones necesarias para el incremento en la producción de esta especie. Es importante que definir algunos objetivos que nos conduzcan al máximo beneficio para cualquier sistema que se diseñe para el uso de material vegetal en este caso la pitahaya:

- Obtención de alta producción
- Bajos costos
- Uso integral de la planta
- Maximizar el uso del suelo, agua, fertilizantes y demás insumos
- Obtención de cosechas en diferentes épocas del año

Las experiencias obtenidas durante el proceso de domesticación y mejoramiento de importantes especies frutales cultivadas como el maíz, aguacate, mango, durazno, etc., han relevado cuatro pasos importantes para llevar a cabo este proceso, los cuales pueden ser aplicados a *Hylocereus*:

- Identificación de fenotipos sobresalientes en poblaciones naturales.

- Establecimiento de selecciones sobresalientes en parcelas de evaluación.
- Desarrollo de prácticas culturales que mejoren el comportamiento de fenotipos seleccionados.
- La hibridación entre las mejores selecciones, seguida por la selección de individuos sobresalientes de la progenies.

A pesar de ser un fruto con poca vida de anaquel, es importante para las regiones productoras, por lo cual se requieren trabajos enfocados al manejo más apropiado en postcosecha.

Debido al alto nivel que existe en la pérdida de alimentos perecederos, siendo esta mayor en los países en vías de desarrollo, se tiene la necesidad de estudiar y buscar técnicas de conservación adecuadas a nuestras condiciones para un mejor aprovechamiento de nuestros recursos, máxime si se trata de la producción en zonas marginadas; la industrialización es una de estas técnicas.

La capacidad de aceptación de los productos procesados depende altamente de sus atributos de color y sabor. El color y sabor natural de un fruto deben ser retenidos hasta donde sea posible.

Al tener mayor conocimiento del manejo en general del cultivo y mejorar la producción, se tienen expectativas de incursionar en el mercado extranjero, como puede

ser Europa, Japón, Canadá y Estados Unidos entre otros países, quienes actualmente buscan productos en fresco principalmente; y nuestro país es una zona con amplio potencial para abastecer esa demanda.

Como hemos visto, la falta de difusión ha sido un inconveniente para su desarrollo, donde la alternativa es colocar esta fruta en la mayoría de los mercados para su fácil adquisición y de esta forma el consumidor influirá en los productores para mejorar las técnicas de producción al estar demandando mayor calidad y cantidad.

## Literatura Citada

- Bárcenas, A. P. 1994. Efecto de tres sustratos en el enraizamiento y desarrollo de pitahaya (*Hylocereus undatus*). Memorias de la XL Reunión Anual Interamerican Society for Tropical Horticulture. Campeche, Cam. Méx.
- Becerra, O. L. A. 1994. El cultivo de la pitaya (*Selenicereus megalanthus*). Memorias de la primera reunión internacional y segunda reunión nacional, "Frutales nativos e inducidos con demanda nacional e internacional". Montecillo, Edo. de México.
- Bidwell, R. G. S. 1983. Fisiología vegetal. Primera Edición en español. Edit. AGT. México, D. F.
- Bolaina, J. J. J.; López, A. J. I. 1994. Aclareo de frutos en la producción de pitahaya en Tabasco. Memorias de la primera reunión internacional y segunda reunión nacional, "Frutales nativos e inducidos con demanda nacional e internacional". Montecillo, Edo. de México.

Bravo, H. H. 1978. Las cactáceas de México. Vol. I. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F.

CONAZA. 1990. Memoria del programa piloto de colaboración INI-CONAZA. Saltillo, Coah. Méx.

Cordero, I. F. J. 1997. Injertos de pitahaya (*Hylocereus undatus* Haworth), sobre otras cactáceas. Tesis de Licenciatura. Depto. de Fitotecnia. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Edo. de México.

Domínguez, S. X. A.; Domínguez, S. X. A, Jr. 1976. Aspectos químicos de las cactáceas Cactáceas y suculentas de México. Vol. XXI.

Estévez, G. M. J. 1995. Caracterización del sistema radical de la pitahaya (*Hylocereus undatus* Haworth). Tesis de Licenciatura. Especialista en fitotecnia. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Edo. de México.

Grande, Z. S. 1995. Contenido nutrimental en tallos de pitayo (*Stenocereus griceus*). Tesis de Licenciatura. Especialista en Fitotecnia. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Edo. de México.

- Godínez, A. H. 1991. Propagación de cactáceas por semilla una experiencia para su cultivo y conservación. Tesis de Licenciatura. Biología. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F.
- Gutiérrez, J. 1983. Los cactus nativos de Cuba. Edit. Científico Técnico. Ministerio de Agricultura. La Habana, Cuba.
- Jiménez, M. M. L. 1995. Biología floral, amarre y desarrollo del fruto en pitahaya (*Hylocereus undatus* Haworth). Tesis de Licenciatura. Especialista en fitotecnia. Universidad Autónoma Chapingo. Edo. de México.
- Lomelí, M. E.; Pimienta, B. E. 1993. Demografía reproductiva del pitayo (*Stenocereus queretaroensis* (Web.) Buxbaum). Cactáceas y suculentas mexicanas, vol. XXXVIII.
- López, G. R.; Sánchez, R. P.; 1989. Germinación de dos variedades de pitaya (*Stenocereus griseus* (Haworth)) Buxbaum. Cactáceas y suculentas de Mexicanas. Vol. XXXIV.
- López, H. 1996. Cultivo de la pitahaya (*Hylocereus undatus*). Instituto Nicaraguense de Tecnología Agropecuaria. Gobierno de Nicaragua. Managua, Nicaragua.

- Llamas, Ll. J. 1984. El cultivo del pitayo en Huajuapán de León. Cactáceas y  
suculentas de México, vol. XXIV.
- Montemayor, A. 1987. Distribución de alimentos perecederos. Memorias del  
Encuentro hispanoamericano sobre conservación y comercialización de  
alimentos perecederos. Guadalajara, Jalisco, Méx.
- Méndez, R. J. S. 1993. Fenología y etnobotánica de "pitahaya" *Hylocereus undatus*  
(Haworth) Britton et Rose, en Rayón, S. L. P. Tesis de Licenciatura.  
Especialidad en zonas áridas. Universidad Autónoma Chapingo. Bermejillo,  
Dgo.
- Moreno, V. M. P. 1995. Las cactáceas: producción, comercialización y medidas de  
protección. Tesis de Licenciatura. Ingeniero Agrícola. Universidad Nacional  
Autónoma de México. FES-Cuautitlán Izcalli, Edo. de México.
- Ortíz, H. Y. D.; Castillo, M. R.; Pérez, P. R. y Martínez, G. G. 1992. La pitahaya  
(*Hylocereus undatus*) recurso frutícola en Oaxaca. Memorias del XIV  
Congreso nacional de fitogenética, Universidad Autónoma de Chiapas.



Ortíz, H. Y. D.; Martínez, G. G.; Pérez, P.R. 1992. *Hylocereus*, género con potencial ornamental y frutícola en Oaxaca. Memorias del 1er. simposio Nacional sobre plantas nativas de México con potencial ornamental. AMEHOAC-UPAEP. Puebla, México.

Ortíz, H. Y. D.; Livera M. M.; Tirado, T. J. L. 1994. El cultivo de la pitahaya (*Hylocereus spp.*) y sus perspectivas en México. Memorias de la primera reunión internacional y segunda reunión nacional, "Frutales nativos e inducidos con demanda nacional e internacional". Montecillo, Edo. de México.

Ortíz, H. Y. D.; 1995. Avances en el conocimiento ecofisiológico de la pitahaya (*Hylocereus undatus*). Tesis de Doctor en Ciencias. Colegio de Postgraduados, Montecillo, Edo. de México.

Reyes, R. N. P. 1995. El cultivo de las pitahayas y sus perspectivas de desarrollo en México. Villahermosa, Tabasco, México.

Reyes\*, S. J.; A. S. M. 1995. Cactáceas de México: Conservación y producción. Revista Chapingo, Serie: Horticultura. V. Y. Núm. 3. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Edo. de México.

Rodríguez, C. A. 1993. Apuntes de agricultura regional II. Depto. de fitotecnia. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Edo. de México.

Rodríguez, C. A.; 1994. Pitahaya (*Hylocereus undatus* (Haworth) Britton & Rose y Carambola (*Averrhoa carambola* L.), frutales alternativos para México. Memorias de la XL Reunión Anual Interamerican Society for Tropical Horticulture. Campeche, Cam. Méx.

Rodríguez, Y. J. A. 1983. Uso tradicional de cactáceas por los otomíes y vecinos del Cardonal; Hidalgo. Tesis de Licenciatura Biología. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F.

Rojas, A. M. 1995. Estudio sobre la germinación de cactáceas del valle de Zapotitlán de las Salinas, Puebla. Tesis de maestría, Biología. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F.

SAGAR. 1995. Anuario estadístico de la producción agrícola de los Estados Unidos de México. Tomo I.

Salcedo, P. E.; Arreola, N. H. J. 1991. El cultivo del pitayo en Techaluta, Jalisco. Cactáceas y suculentas de Mexicanas. Vol. XXXVI.

Sánchez, H. H. 1982. Algunos usos prehispánicos de las cactáceas entre los indígenas de México. S. D. A. Gob. Edo. de México. Toluca, Edo. de México.

Sánchez, M. R. H. 1984. Origen, taxonomía y distribución de las pitayas en México.

Memorias del simposium del aprovechamiento de la pitaya. Universidad Autónoma Metropolitana. Xochimilco, Edo. de México.

Scheinvar, L. 1985. Redescubrimiento de *Hylocereus napoleonis* (Grah.) Br. & Rose

en México. Cactáceas y suculentas de México, vol. XXX.

Vélez, B. F., Chávez, G. J. 1980. Los cactus de Venezuela. INAGRO. Instituto de

capacitación agrícola. Caracas, Venezuela.