



COLEGIO DE POSTGRADUADOS

**INSTITUCIÓN DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS
AGRÍCOLAS**

CAMPUS MONTECILLO

POSTGRADO EN BOTÁNICA

**DISTRIBUCIÓN, ETNOBOTÁNICA
Y CULTIVO DE PITAHAYA
(*Selenicereus*, Hylocereeae, Cactaceae)
EN EL SALVADOR**

JOSÉ GABRIEL CERÉN LÓPEZ

T E S I S

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL

PARA OBTENER EL GRADO DE:

MAESTRO EN CIENCIAS

MONTECILLO, TEXCOCO, ESTADO DE MÉXICO

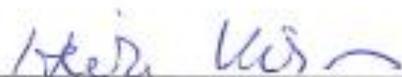
2020

La presente tesis titulada: **Distribución, etnobotánica y cultivo de pitahaya (*Selenicereus, Hylocereae, Cactaceae*) en El Salvador**, realizada por el alumno: José Gabriel Cerén López, bajo la dirección del Consejo Particular indicado, ha sido aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

MAESTRO EN CIENCIAS
BOTÁNICA

CONSEJO PARTICULAR

CONSEJERA



DRA. HEIKE VIBRANS LINDEMANN

ASESOR



DR. MARIO LUNA CAVAZOS

ASESOR



DR. ÁNGEL SALVADOR ARIAS MONTES

Montecillo, Texcoco, Estado de México, diciembre de 2019

DISTRIBUCIÓN, ETNOBOTÁNICA Y CULTIVO DE PITAHAYA (*Selenicereus*, *Hylocereeae*, *Cactaceae*) EN EL SALVADOR

José Gabriel Cerén López, M.C.
Colegio de Postgraduados, 2020

RESUMEN

En El Salvador, las pitahayas o internacionalmente conocida como fruta del dragón son poco valoradas, aunque son nativas del continente americano. La distribución, etnobotánica y áreas de cultivo están pobremente documentadas. El objetivo de esta investigación fue evidenciar la distribución de pitahayas, reconocer formaciones vegetales y hospederos (forofitos), registrar usos, formas y preferencias de consumo, así como, describir los criterios de selección y la clasificación tradicional. Se estudió la problemática de productores junto con las vías de comercialización de las pitahayas. En 11 de 14 departamentos, se entrevistaron a 150 informantes entre 13 a 92 años y diferentes ocupaciones. Las preferencias de consumo se exploraron por coordenadas principales que permitió identificar patrones de consumo. Los resultados indican que en El Salvador existen las especies *Selenicereus undatus* (Haw.) D.R. Hunt y *Selenicereus guatemalensis* (Eichlam ex Weingart) D.R. Hunt, más una población que posiblemente representa un taxón no conocido. Las especies comparten hábitats similares, a diferencia de la población morfológicamente diferente, restringida a altitudes mayores en el occidente. El área de cultivo comercial en El Salvador fue de 8.2 ha. La pitahaya se consume frecuentemente como fruta. En la medicina tradicional se emplean para tratar 14 afecciones (12 en humanos y 2 en animales). La característica más importante para la mayoría de los informantes era el grado de dulzura del fruto. Hacia el occidente y centro del país los consumidores prefieren frutas dulces y de pulpa roja; en contraste en el oriente, las prefieren ácidas sin importar el color de la pulpa. Las plantas para cultivo y consumo se seleccionan con base al sabor y pulpa roja. La clasificación tradicional no es diferenciada, se basa en el origen de la planta (silvestre o cultivada), el sabor y color de la pulpa. Las preferencias de consumo formaron tres patrones que coinciden con rasgos culturales, étnicos y ambientales. Se presenta un manual breve para el cultivo de la pitahaya en El Salvador, basado en la experiencia de los productores de pitahaya entrevistados.

Palabras clave: Cultivo, El Salvador, forofitos, pitahayas, preferencias de consumo, *Selenicereus*.

**DISTRIBUTION, ETHNOBOTANY AND CULTIVATION OF PITAHAYA
(*Selenicereus*, Hylocereeae, Cactaceae) IN EL SALVADOR**

**José Gabriel Cerén López, M.C.
Colegio de Postgraduados, 2020**

ABSTRACT

Pitahayas or dragon fruit are not well-known or valued in El Salvador, although they are native to the American continent. The distribution, ethnobotany and cultivation areas are poorly documented. The objective of this investigation was to document the distribution of pitahaya's species, to examine the plant formations and hosts (phorophytes) that those species prefers, to record their uses, consumption modes and preferences, to describe the selection criteria and traditional classification. Farmers' problems were also studied along with marketing channels. In 11 of 14 departments, 150 informants were interviewed, ranging in age from 13 to 92 and with different livelihoods. Cluster analysis helped to identify consumption preferences, meanwhile principal coordinates helped to identify consumption patterns. The results indicate that *Selenicereus undatus* (Haw.) D.R. Hunt, and *Selenicereus guatemalensis* (Eichlam ex Weingart) D.R. Hunt, grow in El Salvador, plus a population that possibly represents a new taxon. The species share similar habitat, unlike the morphologically different population, which is restricted to higher altitudes in the west. The area cultivated commercially in El Salvador was 8.2 ha. The pitahaya is most commonly eaten as fruit. In traditional medicine, the species are used to treat 14 conditions (12 in humans and 2 in animals). The most important characteristic for most informants was the degree of sweetness of the fruit. In the west and center of the country, consumers prefer sweet fruits with red pulp; in contrast, in the east, they prefer more acidic fruit regardless of the color of the pulp. Plants for cultivation and consumption are selected based on taste and red pulp. The traditional classification is not differentiated, it is based on the origin of the plant (wild or cultivated), the flavor and pulp color. Consumption preferences formed three patterns that coincide with cultural, ethnic and environmental traits. A brief manual for pitahaya cultivation in El Salvador is presented, based on the experience of the interviewed pitahaya farmers.

Key words: Consumption preferences, cultivation, El Salvador, phorophytes, pitahayas, *Selenicereus*.

AGRADECIMIENTOS

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) mexicano, por el apoyo económico en mi formación durante los estudios de maestría.

Al Colegio de Postgraduados, especialmente al laboratorio de etnobotánica por la actualización de los conocimientos y herramientas para desarrollar la investigación.

A los miembros del Consejo Particular: Dra. Heike Vibrans, Dr. Mario Luna Cavazos y Dr. Salvador Arias, quienes han sido una inspiración a seguir con sus orientaciones, consejos y aportes en la construcción de esta investigación.

Al sinodal, Dra. Monserrat Vázquez, por sus aportaciones y observaciones en el manuscrito.

A Licda. Eunice Echeverría, por su impulso a continuar en esta formación profesional.

Al Museo de Historia Natural de El Salvador y Ministerio de Cultura, por las facilidades otorgadas para llevar a buen término las fases de campo de esta investigación.

A las 150 personas que activa y gentilmente participaron en las encuestas para obtener la información sobre las pitahayas en El Salvador.

A los colaboradores: Ing. María José Nieto, Ing. Jennifer Juliana Escamilla y Bachilleres David Enrique Cerén, Juan Carlos Ruíz y Jaime Rauda, por el apoyo y acompañamiento en campo.

Al Ing. Adamid Beltrán y al Centro Nacional de Tecnología Apropiada (CENTA), por el conocimiento compartido y apoyo en acompañarme a visitar el manejo del cultivo de pitahaya.

A los compañeros en los diferentes cursos y viajes de campo en el campus Montecillo del Colegio de Postgraduados, que me ayudaron en cada momento.

A usted que lee y comenta esta investigación porque es la razón principal de este esfuerzo por conocer, documentar y socializar el conocimiento generado sobre las pitahayas.

Al Dios de la vida y del amor que permite el tiempo, espacio para profundizar en el cuidado de la casa común. A los miembros de mi pequeña comunidad que siempre han estado pendientes de mis avances.

DEDICATORIA

A mis padres: María del Carmen López y José Cecilio Cerén Recinos† (quien partió a la casa del Padre el 21 de julio del presente año), por su apoyo incondicional durante toda mi etapa de formación y educación, por sus oraciones y pensamientos, que me ayudaron para crecer en la fe, entrega, amor a la naturaleza y al prójimo.

A mis hermanos: Carmen Guadalupe, Ana Esperanza y Carlos Enrique, por su acompañamiento y muestras de cariño.

A mis sobrinos: Amílcar, Andrés, Raquel, especialmente a Beatriz, Ana Maritza y David porque aún en la distancia siempre estuvieron dispuestos a colaborar en diversas necesidades.

A Jenny Menjívar, por su amor, apoyo, comprensión, acompañamiento, animarme durante los dos años de formación, así como por sus observaciones en el desarrollo de este estudio.

A mis demás familiares y amigos, por su preocupación por mi estancia en el extranjero.

A las diferentes personas que compartieron su experiencia en el uso y manejo de las pitahayas, así como facilitar el ingreso a sus propiedades.

A los guarda recursos en las diversas Áreas Naturales que visité, por su dedicación y esmero, especialmente a Fredi Magaña, por sus múltiples colaboraciones.

CONTENIDO

RESUMEN	iii
ABSTRACT	iv
LISTA DE CUADROS.....	ix
LISTA DE FIGURAS.....	x
INTRODUCCIÓN GENERAL	1
Justificación.....	2
REVISIÓN DE LITERATURA	3
1 Taxonomía	3
2 Morfología	5
4 Polinizadores de las pitahayas	8
5 Origen, etimología y nombres comunes	8
6 Distribución y cultivo de la pitahaya.....	9
7 Importancia: alimenticia, medicinal, cultural, ornamental	10
8 Especies y usos de las pitahayas en El Salvador	11
9. El Salvador: población original	12
10 El Salvador: caracterización biofísica.....	14
10.1 Condiciones climáticas en El Salvador	14
10.2 Suelos: principales tipos de suelos	14
10.3 Vegetación de El Salvador	15
10.4 Biogeografía: provincia ecológica	15
11. Literatura citada	16
CAPITULO I. ETNOBOTÁNICA DE LA PITAHAYA (<i>Selenicereus</i> , <i>Hylocereeae</i> , Cactaceae) EN EL SALVADOR	22
1.1 RESUMEN	22
1.2 ABSTRACT.....	23
1.3 INTRODUCCIÓN	24
1.4 MATERIALES Y MÉTODOS	25
1.5 RESULTADOS	31
1.6 DISCUSIÓN	39
1.7 CONCLUSIONES	41
1.8 LITERATURA CITADA	42

CAPITULO II. PREFERENCIA ECOLÓGICA Y DISTRIBUCIÓN DE LA PITAHAYA (<i>Selenicereus</i>, <i>Hylocereeae</i>, <i>Cactaceae</i>) EN EL SALVADOR.....	46
2.1 RESUMEN	46
2.2 ABSTRACT.....	47
2.3 INTRODUCCIÓN	48
2.4 MATERIALES Y MÉTODOS	49
2.5 RESULTADOS	52
2.6 DISCUSIÓN	64
2.7 CONCLUSIONES	66
2.8 LITERATURA CITADA	66
CAPITULO III. EL CULTIVO DE PITAHAYA (<i>Selenicereus</i>, <i>Hylocereeae</i>, <i>Cactaceae</i>) EN EL SALVADOR, UNA ALTERNATIVA SUSTENTABLE	69
3.1 RESUMEN	69
3.2 ABSTRACT.....	70
3.3 INTRODUCCIÓN	71
3.4 MATERIALES Y MÉTODOS	72
3.5 RESULTADOS	73
3.6 DISCUSIÓN	83
3.7 CONCLUSIONES	85
3.8 LITERATURA CITADA	85
CONCLUSIONES GENERALES	88
ANEXOS	90

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1. Registro por país de especies de la sección <i>Hylocereus</i> del género <i>Selenicereus</i>	4
Cuadro 2. Caracteres morfológicos para separar especies en la sección <i>Hylocereus</i> , Cactaceae (Britton y Rose, 1920; Bravo-Hollis y Arias, 2011).	7
Cuadro 3. Composición nutricional parcial de la pulpa de pitahaya (<i>Selenicereus</i>).	11
Cuadro 1. 1. Categorías de uso para la pitahaya (<i>Selenicereus</i> sp.) en El Salvador.....	28
Cuadro 1. 2. Categorías para el análisis de la clasificación tradicional, selección, y preferencia de la pitahaya (<i>Selenicereus</i>) en El Salvador.	28
Cuadro 1.3. Descripción de las variables empleadas en el análisis de correlación.	29
Cuadro 1.4. Características del fruto y forma de consumo usadas para el análisis de los patrones de consumo y uso de la pitahaya (<i>Selenicereus</i> sp.).	30
Cuadro 1.5. Afecciones a la salud en humanos y animales tratadas con pitahaya (<i>Selenicereus</i> sp.), n=150.	33
Cuadro 1. 6. Contenido de azúcar (°Brix) en frutos de pitahayas (<i>Selenicereus</i> spp.) n=33. A. Por especies y B. por su origen de crecimiento.....	36
Cuadro 2. 1. Descriptores para las especies de pitahayas (<i>Selenicereus</i> spp.) en El Salvador.....	51
Cuadro 2. 2. Localidades registradas por departamento de pitahaya (<i>Selenicereus</i> spp.).	52
Cuadro 2. 3. Principales forofitos y sustratos donde se registró la pitahaya (<i>Selenicereus</i> spp.).	53
Cuadro 2. 4. Propuesta de caracteres morfológicos diagnósticos para identificar las especies de pitahaya en El Salvador.....	64
Cuadro 3. 1. Principales problemas o enfermedades observados en el cultivo de pitahaya (<i>Selenicereus</i> spp.) n=150.	76

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Morfología de la flor de pitahaya (<i>Selenicereus</i> secc. <i>Hylocereus</i>), como ejemplo: <i>Selenicereus guatemalensis</i> (GC 4640).....	6
Figura 2. Distribución de las etnias en el territorio de El Salvador antes de la conquista de 1524. Modificado de: Lardé y Larín (1976).....	13
Figura 1. 1. Principales usos de las pitahayas (<i>Selenicereus</i> spp.).....	32
Figura 1. 2. Consumo y preferencia de pitahaya (<i>Selenicereus</i> spp.) en El Salvador	38
Figura 2. 1. Rutas y localidades con presencia (línea negra) y ausencia (línea celeste) de pitahaya (<i>Selenicereus</i> spp.), mayo-agosto en El Salvador.....	50
Figura 2. 2. Registro de poblaciones de pitahayas (<i>Selenicereus</i> spp.) por intervalo altitudinal (eje X) y frecuencia (eje Y) en El Salvador.....	54
Figura 2. 3. Distribución de las pitahayas (<i>Selenicereus</i> spp.), en El Salvador en la capa de vegetación MARN 2004.....	55
Figura 2. 4. Formaciones vegetales preferidas por las pitahayas (<i>Selenicereus</i> spp.). A. Zonas de cultivo o mezclas de sistemas productivos. B. Arbustiva decidua. C. Morrales. D. Cafetales.....	56
Figura 2. 5. Morfología de <i>Selenicereus undatus</i> . A) Sección longitudinal de la flor y variante de tallo. B y C) Sección del fruto, variante de pulpa y fragmento de tallo. D y E) Variación del margen del tallo.....	59
Figura 2. 6. Morfología de <i>Selenicereus guatemalensis</i> . A) Sección longitudinal de la flor y fragmento de tallo. B) Fruto, pulpa y variante del tallo. C y D) variación en color de pulpa. E-G) Variación del margen del tallo.	61
Figura 2. 7. Morfología de la pitahaya cimarrona (<i>Selenicereus</i> sp.1). A) Ambiente natural de pitahaya. B) Flor en formación. C) Fruto con pulpa roja. D) Constricciones y margen del tallo.....	62
Figura 2. 8. Morfología de la pitahaya orejona (<i>Selenicereus</i> sp.2). A) Ambiente de cultivo de pitahaya. B) Flor en formación. C) Fruto con pulpa rojo-fucsia. D) Margen del tallo.....	63
Figura 3. 1. Ubicación de los sitios de cultivo de pitahaya (<i>Selenicereus</i> spp.) en El Salvador.....	74
Figura 3. 2. Sitios de cultivo en huertos caseros de pitahaya (<i>Selenicereus</i> spp.). A. Sobre pared perimetral en municipio de Victoria, Cabañas. B. En jardín de casa en Sonsonate. C. En el margen de la casa y cultivo de maíz en Ahuachapán. D. En jardín de casa en Apaneca, Ahuachapán.	75

Figura 3. 3. Cultivos comerciales de pitahaya (<i>Selenicereus</i> spp.) en El Salvador. A. Hacienda Vaquerano, San Vicente. B. Escuela Nacional de Agricultura, La Libertad. C. Beneficio El 98, Sonsonate. D. Huerto en cantón Palo Pique, Ahuachapán.	77
Figura 3. 4. Plagas, enfermedades y daños en el cultivo de pitahaya (<i>Selenicereus</i> spp.). A. Daño en la flor por insectos. B. Frutos dañados por chinche y pulgones. C. Fruto aprovechado por aves.	82

INTRODUCCIÓN GENERAL

Las cactáceas han provisto a la población humana con múltiples beneficios desde épocas precolombinas. Destacan los frutos por las diversas formas comestibles, algunas de ellas domesticadas. La mayoría son denominadas tunas, pero existen algunas con un aspecto muy distinto; entre ellas se encuentran las pitahayas, nombre usado para varias especies de *Selenicereus* secc. *Hylocereus*. Internacionalmente se conoce como “fruta del dragón” por su color rojo, apariencia exótica, escamas prominentes, además por sus bondades nutraceuticas.

La palabra pitahaya surgió en las Antillas Mayores y significa “fruta escamosa” y los españoles introdujeron el nombre al resto de América. Sin embargo, con el tiempo el nombre se llegó a aplicar a diferentes especies de cactáceas e incluso plantas de otras familias botánicas.

Las pitahayas silvestres están ampliamente distribuidas entre los 25° de latitud norte y 10° latitud sur del continente americano, principalmente en zonas con selva baja caducifolia y subcaducifolia o bosque tropical subhúmedo. La República de El Salvador forma parte del área de la distribución natural, pero su presencia, usos y preferencia por la población local ha sido poco documentada. A pesar de ser una planta domesticada y comercial a nivel internacional, su cultivo en el país es solo incipiente.

A través de recorridos por caseríos y cantones a nivel nacional, documentamos los usos y las preferencias de 150 informantes de 11 de 14 departamentos, con edades entre 13 a 92 años, con diversas ocupaciones y niveles educativos, como un primer acercamiento a la etnobotánica de las pitahayas. Durante los recorridos igualmente se buscaron y registraron los taxa presentes para conocer la distribución geográfica y ecológica a nivel nacional y se recolectaron muestras botánicas que se procesaron en el herbario MHES del Museo de Historia Natural de El Salvador.

Este trabajo pretende llenar vacíos de información, y potenciar especies cultivables que se adaptan a las condiciones del país, que tienen poca demanda de agua y que se pueden integrar a sistemas de cultivos tradicionales.

Justificación

La pitahaya representa un germoplasma nativo de América con alto potencial económico que puede significar una alternativa económica y alimenticia en las comunidades rurales salvadoreñas. Se ha demostrado que la planta tiene usos medicinales, ornamentales, culturales y sobre todo el consumo como fruta. A pesar de esto, en El Salvador no es valorado, el aprovechamiento es mínimo y en gran parte basado en las poblaciones fomentadas o silvestres que existen en la vegetación a orillas de caminos y agrocultivos, como en vegetación natural. El conocimiento de su distribución, etnobotánica y cultivo es pobre. Para esto nos propusimos los siguientes objetivos:

Objetivo general

Se analizan los usos, distribución, criterios de selección y clasificación tradicional así como el cultivo de las especies de pitahayas (*Selenicereus*) por parte de los salvadoreños.

Objetivos específicos

1. Analizar la distribución geográfica y ecológica de las diferentes especies de pitahaya (*Selenicereus*) en la vegetación salvadoreña.
2. Documentar los diferentes usos de *Selenicereus* en la población salvadoreña.
3. Identificar los criterios, preferencias de selección y clasificación tradicional de la pitahaya por los salvadoreños.
4. Reconocer las áreas o sitios de cultivo de pitahaya y la problemática que afrontan los agricultores en el manejo y comercialización de la fruta.

REVISIÓN DE LITERATURA

Conocimiento e importancia de la pitahaya (*Selenicereus*, *Hylocereae*, *Cactaceae*).

Las pitahayas, junto con otras cactáceas, fueron objeto de gran interés desde que los españoles conocieron la amplia diversidad vegetal que América ofrecía al mundo (Fernández de Oviedo, 1851). Impresionados por su sabor y formas de crecimiento formaron parte de las primeras ilustraciones de la recién descubierta tierra de “las Indias”.

Este grupo de plantas se ha convertido en objeto de estudio debido a sus usos alimenticios, medicinales, ornamentales y culturales. Las pitahayas se ofrecen como una fruta de un cultivo de temporada, no tradicional, que en los últimos años representa una oportunidad para la economía familiar (Meráz Alvarado *et al.*, 2003; García Aguilar *et al.*, 2013; Castillo Martínez *et al.*, 2016; Ibrahim *et al.*, 2018).

Se presenta una breve revisión en dos niveles. Primero se sintetizan los últimos avances en el conocimiento e investigación, tanto taxonómica, morfológica, fenología, distribución y cultivo del grupo, y luego abordamos el nivel de conocimiento de las pitahayas en El Salvador. Adicionalmente, se describen brevemente las condiciones ambientales y biofísicas del área de estudio.

1 Taxonomía

En la familia *Cactaceae* generalmente se reconocen las subfamilias: *Pereskioideae*, *Maihuenioideae*, *Opuntioideae* y *Cactoideae* (Anderson, 2001; Hernández-Hernández *et al.*, 2011). Al interior de esta última se han propuesto múltiples tribus y subtribus. Una de ellas es *Hylocereae*, en la que se ubica el actual género de las pitahayas, *Selenicereus*.

Tradicionalmente se habían agrupado en el género *Hylocereus*, a un grupo de cactus trepadores y hemiepífitas, con tallos delgados y trialados, sin espinas en los órganos reproductores y con flores grandes y nocturnas. Recientemente las pitahayas junto con los demás miembros de la tribu *Hylocereae* han sido objeto de un estudio filogenético. Este estudio ha reordenado la circunscripción de algunos géneros conocidos. Ahora, el tradicional género de las pitahayas (*Hylocereus*) forma parte del género *Selenicereus*, el cual agrupa 31

especies y tres infraespecies. En la sección *Hylocereus* se reconocen 14 especies (Korotkova *et al.*, 2017).

Los países con registro del mayor número de especies son México y Costa Rica con cinco especies cada uno, seguido de Guatemala, Panamá y Perú con cuatro. El resto de países presentan menor cantidad de especies (Cuadro 1). La especie más ampliamente distribuida es *Selenicereus undatus* (Haw.) D.R. Hunt, que es también la más cultivada.

Cuadro 1. Registro por país de especies de la sección *Hylocereus* del género *Selenicereus*.

No	Especie	Distribución	Altitud
1	<i>Selenicereus calcaratus</i> (F.A.C. Weber) D.R. Hunt	Costa Rica.	0-500 m
2	<i>Selenicereus costaricensis</i> (F.A.C. Weber) S. Arias & N. Korotkova	Honduras, Nicaragua y Costa Rica	0-1400 m
3	<i>Selenicereus escuintlensis</i> (Kinnach) D.R. Hunt	México (Chiapas) y Guatemala.	4-479 m
4	<i>Selenicereus extensus</i> (Salm-Dyck ex A.P. de Candolle) Leuenberger	Guayana Francesa y Perú	100 m
5	<i>Selenicereus guatemalensis</i> (Eichlam ex Weingart) D.R. Hunt	Guatemala y El Salvador	0-1500 m
6	<i>Selenicereus megalanthus</i> (K. Schumann ex Vaupel) Moran	Colombia, Perú, Bolivia, Ecuador y Venezuela.	800-1900 m
7	<i>Selenicereus minutiflorus</i> (Britton & Rose) D.R. Hunt	Belice, Guatemala y Honduras	0-100 m
8	<i>Selenicereus monacanthus</i> (Lemaire) D.R. Hunt	Nicaragua; Costa Rica; Panamá, Colombia y Perú.	0-300 (1000) m
9	<i>Selenicereus ocamponis</i> (Salm-Dyck) D.R. Hunt	México (Colima, Guerrero, Jalisco y Michoacán)	0-2160 m
10	<i>Selenicereus purpusii</i> (Weingart) S. Arias & N. Korotkova	México (Colima, Guerrero, Jalisco, Michoacán, Nayarit, Oaxaca, Querétaro, San Luis Potosí y Sinaloa).	0-2160 m
11	<i>Selenicereus stenopterus</i> (F.A.C. Weber) D.R. Hunt	Costa Rica y Panamá	0-800 m
12	<i>Selenicereus triangularis</i> (Linnaeus) D.R. Hunt	Cuba; República Dominicana; Jamaica.	400-700 m
13	<i>Selenicereus trigonus</i> (Haw.) S. Arias & N. Korotkova	México (Yucatán); Panamá; Puerto Rico; Islas Vírgenes.	0-1000 m
14	<i>Selenicereus undatus</i> (Haw.) D.R. Hunt	México (Tabasco, Campeche, Chiapas, Guanajuato, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, Edo. De México, Michoacán, Oaxaca, Puebla, Querétaro, San Luis Potosí, Veracruz, Yucatán); Mesoamérica a Brasil y las Antillas.	300-2000 m

Fuente: Korotkova *et al.*, 2017; Bravo-Hollis y Arias, 2011.

2 Morfología

Las pitahayas son plantas hemiepífitas. Si bien pueden crecer como epífitas, apoyándose en un soporte vivo (forófito) o muerto (p.ej. rocas), el tallo principal buscará el suelo donde emitirá raíces para obtener nutrimentos. Como todo miembro de las Cactaceae, las pitahayas han sido sujetas a modificaciones en sus estructuras para adaptarse a las condiciones adversas, principalmente la ausencia o escasez de agua. A continuación, se describen sus características principales.

Raíz: Las plantas de pitahaya presentan dos tipos de raíces. Las raíces terrestres son fibrosas, forman parches o red de raicillas que generalmente crecen siguiendo el nivel del suelo, entre 4 a 30 cm de profundidad, con un radio de 30 centímetros aproximadamente. Las raíces aéreas o adventicias se desarrollan fuera del suelo, producidas en el tallo y en los espacios intercostales. Sirven para adherirse a otras plantas o alguna superficie que le permita el soporte, absorber humedad y nutrimentos (Meráz Alvarado *et al.*, 2003).

Tallo: Según Bravo-Hollis y Arias (2011) los tallos de las pitahayas “poseen dos tipos: a) tallo principal que con la edad puede llegar a ser cilindroide y b) el secundario (lateral), con tres costillas (trilado), además presentan constricciones teretes. Las ramas jóvenes pueden presentar numerosas costillas, el margen de estas puede ser recto, cóncavo, ondulado y/o crenado, cornificado o no. Las areolas están alojadas en el vértice, y contienen espinas indiferenciadas (radiales y centrales), cortas, rígidas, delgadas o cónicas. Pueden estar ausentes en algunos casos, en ramas jóvenes las espinas pueden ser setosas”.

Flores: Bravo-Hollis y Arias (2011) describen a las flores de pitahaya como de las más grandes en la familia Cactaceae, hasta 35 cm, solitarias, infundibuliforme (forma de embudo, Figura 1), nocturnas; pericarpelo y tubo receptacular con podarios bajos, inconspicuos, con brácteas medianas a grandes, foliáceas o carnosas, generalmente verdes o del color de los tépalos, areolas desnudas, en algunos casos con pelos, perianto con tépalos numerosos, los externos extendidos o reflexos, de color crema o blanco amarillento, rara vez rojo o con tonalidades rojizas en el margen, los internos generalmente de color blanco; estambres numerosos, dispuestos en una sola serie desde el tercio inferior del tubo receptacular hasta la garganta.

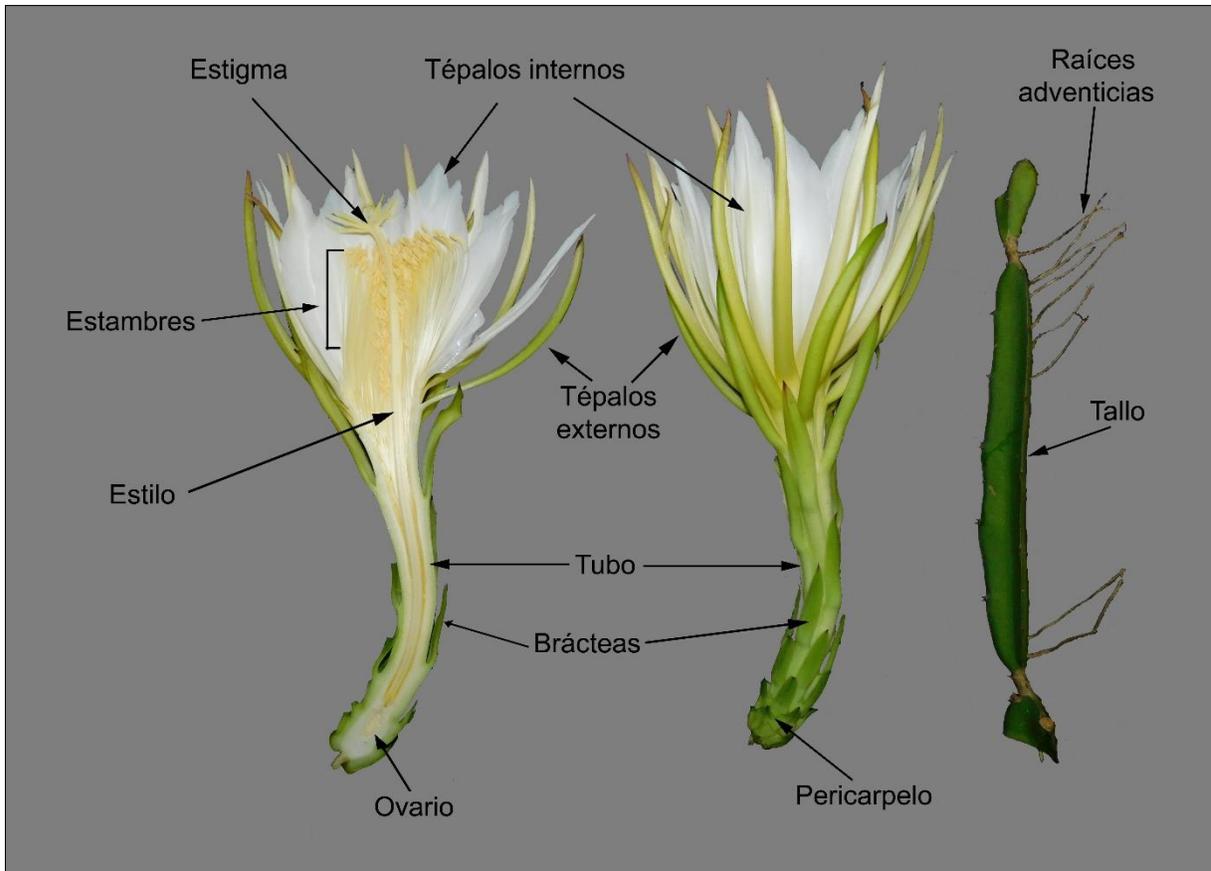


Figura 1. Morfología de la flor de pitahaya (*Selenicereus* secc. *Hylocereus*), como ejemplo: *Selenicereus guatemalensis* (GC 4640).

Fruto: “globoso a ovoide, de color rojo, rojo-purpureo, rosado, no tuberculado, brácteas numerosas, persistentes, grandes, areolas desnudas, dehiscentes, la pulpa jugosa, blanca, roja, rosada o purpurea, con remanentes florales persistentes o no; semillas ovoides o piriformes, con testa lisa o con puntuaciones pequeñas, negras, brillantes” (Bravo-Hollis y Arias, 2011).

En la sección *Hylocereus*, los caracteres del tallo hasta el momento registrados para diferenciar especies son: forma del margen, presencia o no de cornificación, presencia de cera o tonalidades de verde azulado o glauco en tallos jóvenes; en la flor: tamaño y color de sus tépalos e intensidad del color rojizo en el margen de las brácteas, entre otros (Cuadro 2).

Cuadro 2. Caracteres morfológicos para separar especies en la sección *Hylocereus*, Cactaceae (Britton y Rose, 1920; Bravo-Hollis y Arias, 2011).

No	Especie	TALLO							FLOR			
		Forma del margen	Podario	Margen cornif.	Glauco o azulado	Dist., entre areolas (cm)	Espinass		Largo (cm)	Color tépalos		Estig., lob., bífido
							Areola	Largo (mm)		Ext. *	Int. **	
1	<i>S. calcaratus</i>	Lobado	1 a 2.5 cm	No	No	4.0 - 6.0	1 a 3	2.0 - 4.0	35.0 - 37.0	1	1	No
2	<i>S. costaricensis</i>	Recto a crenado	1 a 2.0 mm	No	Si	2.5 - 3.5	2 a 5	2.0 - 5.0	28.0 - 30.0	2	2	No
3	<i>S. escuintlensis</i>	Serrado a crenado	3 a 5.0 mm	Si	No	2.0 - 4.0	1 a 2	1.0 - 1.5	28.0 - 31.0	3	3	Algunos
4	<i>S. extensus</i>	No muy lobado	?		No	?	2 a 3 (4)	1.0 - 2.0	?	3	4	No
5	<i>S. guatemalensis</i>	Recto a crenado	Sin o de 2-5 mm	Si	Si	2.0 - 4.0	2 a 5	2.0 - 4.0	27.0 - 30.0	4	2	No
6	<i>S. megalanthus</i>	Ondulado suave	?	?	?	3.7 - 6.7	1 a 3	2.0 - 3.0	38.0	1	2	?
7	<i>S. minutiflorus</i>	Recto a crenado	Sin o de 1-2 mm	No	No	2.0 - 4.0	1 a 4	1.0 - 1.5	3.0 - 5.0	5	1	No
8	<i>S. monacanthus</i>	Recto a crenado	1 a 3 mm	No	No	2.5 - 5	(0) 1 (2)	2.0 - 3.0	25.0 - 28.0	6	2	?
9	<i>S. ocamponis</i>	Ondulado profundo	?	Si	Si	2.0 - 4.0	5 a 8	5.0 - 10 mm	25.0 - 30.0	7	2	No
10	<i>S. purpusii</i>	Ondulado suave	?	Si	?	?	3 a 6	Pequeñas	25.0	3	2	?
11	<i>S. stenopterus</i>	Ondulado suave	2.0 - 5.0 mm	No	No	3.0 - 5.5	1 a 3	1.0 - 3.0	8.0 - 12.0	8	5	Si (1 o 2)
12	<i>S. triangularis</i>	Recto a elevado en areolas	?	No	?	2	6 a 8	?	20.0	1 ?	2	?
13	<i>S. trigonus</i>	Ondulado profundo	?	No	Verde	?	ca 8	4.0 - 7.0	?	?	?	?
14	<i>S. undatus</i>	Crenado	2.0 - 10.0	Si	No	2.0 - 4.0	1 a 3 (-5)	2.0 - 4.0	26.0 - 30.0	9	1	Si

? Carácter desconocido.

* Color de tépalos externos: 1, Amarillento verdoso. 2, Verde, ápice rojizo. 3, Amarillo-verde, margen y ápice verde purpúreo. 4, Blanco-rosado. 5, Amarillento, margen rosado. 6, Verde-amarillo a blanquecino. 7, Verdoso. 8, Pardo-purpúreo a rojo-purpúreo. 9, Verde-amarillento, franja media pardo-rosada.

** Color de tépalos internos: 1, Blanco-amarillento. 2, Blanco. 3, Amarillento con tono verdoso. 4, Rojo-rosado. 5, Arriba purpúreo, margen rosado a blanco.

Las especies registradas para El Salvador se diferencian en: *S. guatemalensis*, que tiene tallos jóvenes con tonos glaucos o azulados, con el margen recto, concavo a dentado y *S. undatus* que se caracteriza por tener tallos sin tonos glaucos o azulados, con el margen crenado.

3 Fenología

Los botones florales en la pitahaya comercial (*S. undatus*) aparecen cuando la temperatura alcanza 30° C, con una humedad relativa entre 60 y 80% (Nerd *et al.*, 2002). Adicionalmente responde al fotoperiodo; cuando se alargan los días en primavera se induce la floración (Osuna-Enciso *et al.*, 2016). En huertos mexicanos, registran la floración entre mayo a septiembre (Meráz Alvarado *et al.*, 2003), aunque está supeditado a las condiciones ambientales de cada año (Solís Martínez, 2014). En este periodo se registran de 3 a 5(7) ciclos de floración (Osuna-Enciso *et al.*, 2016). Cultivos en Sri Lanka tienen una floración que se extiende desde abril a noviembre y ocasionalmente termina en diciembre (Pushpakumara *et al.*, 2005). En El Salvador la floración y fructificación se observa desde abril a septiembre (Cerén López *et al.*, 2015), con tres a cinco ciclos de floración.

Las flores tardan entre 14 y 17 días desde el inicio del botón floral hasta antesis y el ovario fecundado hasta su maduración demora entre 27 y 34(48) días (Osuna-Enciso *et al.*, 2016).

4 Polinizadores de las pitahayas

Los polinizadores han sido estudiados en *Selenicereus undatus*. Los reportes incluyen murciélagos, mariposas nocturnas y en menor grado abejas (Ramírez, 1999; Valiente-Banuet *et al.*, 2007). En Yucatán, Ferral Piña *et al.* (2012) han registrado una mayor actividad polinizadora por mariposas nocturnas (*Agrius cingulatus*, *Manduca sexta* y *M. rustica*) coleópteros (*Eburia aegrota*, *E. stigma*, *Cyclocephala* sp.) e himenópteros (*Apis mellifera*), estas últimas en horas diurnas cuando la viabilidad del polen es mínima.

5 Origen, etimología y nombres comunes

La palabra “pitahaya” tiene su origen en las Antillas Mayores, probablemente en la Española (República Dominicana y Haití), donde los nativos usaban esta palabra para denotar una fruta con “escamas en la corteza” (Fernández de Oviedo, 1851), que después se interpretó como “fruta escamosa” (Rodríguez-Canto, 2000). Los españoles introdujeron este nombre al resto de América.

Las pitahayas son reconocidas con la palabra “cuanochtli” por el hablante nahua. El prefijo –cuauh-o árbol, indica dónde esta planta se observa generalmente (Meráz Alvarado *et al.*, 2003). Para estos hablantes la palabra “nochtli” aplica para referirse principalmente a los frutos de las tunas (*Opuntia*), pero se emplea indistintamente para cualquier fruto de algún cactus (Casas *et al.*, 1997). En Yucatán, los de habla maya cuando quieren indicar que una pitahaya presenta pulpa blanca las llaman “sac wob”, y si es de pulpa roja como “chac wob” (Mendieta y Rodríguez, 1981; Meráz Alvarado *et al.*, 2003).

Adicionalmente en México recibe el nombre de junco tapatío, pitahaya orejona, pitaya reina de la noche y tasajo. En Guatemala se llama pitaya, en Nicaragua pitahaya u orejona, en Brasil como rainha da noite, dama da noite (Meráz Alvarado *et al.*, 2003). En Costa Rica y Nicaragua se conocen los genotipos cultivares de lisa, orejona, rosa y San Ignacio (Esquivel y Araya Quesada, 2012). En El Salvador se reconoce con los nombres de pitaya, pitajaya y pitahaya (Cerén López *et al.*, 2015).

6 Distribución y cultivo de la pitahaya

Las pitahayas se distribuyen naturalmente desde México y Mesoamérica a Colombia, Venezuela, Guayana Francesa, Surinam, Ecuador, Perú y las Antillas (Bravo-Hollis y Arias, 2011).

En México, las especies de *Selenicereus*, sección *Hylocereus*, se registran en un intervalo altitudinal entre los 0 a 2,496 m s.n.m., con una precipitación media anual de 400 a 4,000 mm y una temperatura media anual entre 12° y 28° C. Habitan una variedad amplia de vegetación y ecosistemas (García-Rubio *et al.*, 2015). Para la región mesoamericana las pitahayas se encuentran desde los 0 a 2,000 m s.n.m., siendo *S. undatus* y *S. monacanthus* las que se encuentran a mayores altitudes (Bravo-Hollis y Arias, 2011; Korotkova *et al.*, 2017).

Comúnmente son observadas en vegetación de selvas bajas y medianas caducifolias, sabanas, selvas espinosas, selvas medianas y altas perennifolias a subcaducifolias (Bravo-Hollis y Arias, 2011).

Selenicereus undatus es la especie ampliamente cultivada a nivel mundial, seguido de *S. monacanthus* y *S. costaricensis* con cultivos a menor escala (Esquivel y Araya Quesada, 2012). Los principales productores a nivel internacional son Tailandia, India, Colombia,

China, Taiwán, Filipinas, Vietnam e Israel (Ortiz-Hernández y Carrillo-Salazar, 2012). En la región mesoamericana Nicaragua es el principal productor y exportador de pitahayas al mercado europeo y Estados Unidos de Norte América (López-Turcios y Guido-Miranda, 1998; OIRSA/VIFINEX, 2000; Montesinos Cruz *et al.*, 2015).

7 Importancia: alimenticia, medicinal, cultural, ornamental

Los pueblos indígenas mesoamericanos encontraron que las cactáceas eran plantas muy versátiles: sus tallos proveyeron verdura, sus frutos azúcares y agua, se podrían usar como colorante natural y en la medicina (Meráz Alvarado *et al.*, 2003), además para construcción, como ornato y parte integral de sus expresiones culturales y artesanales. Las pitahayas eran arraigadas en la vida de las comunidades, incluso sirvieron como modelo para identificar la pérdida del conocimiento ancestral (Castro *et al.*, 2018).

Algunos autores investigaron el aprovechamiento y manejo que ocurre en poblaciones silvestres de *Selenicereus undatus*, la especie más común y cultivada en traspatio y cultivos tipo huerta con mayor densidad de individuos (Rodríguez-Canto, 2000; Valiente-Banuet *et al.*, 2007; Ortiz-Hernández y Carrillo-Salazar, 2012). En cambio para las otras especies de *Selenicereus* que crecen en México estos aspectos son menos conocidos.

Las pitahayas son de importancia económica en regiones tropicales, subtropicales y semiáridas, por sus frutos comestibles, combinado con su tolerancia a la sequía (García-Rubio *et al.*, 2015). Los frutos se pueden encontrar en los mercados locales como productos de temporada, consumidos como fruta principalmente, aunque hay registros de ser utilizado para hacer refrescos y nieves o sorbetes artesanales. Por el sabor, forma y color del fruto, las pitahayas se han colocado en el mercado comercial de frutos exóticos en Europa y Asia (Le Bellec *et al.*, 2006; Ortiz-Hernández y Carrillo-Salazar, 2012). Durante 2019, en el municipio de Santa Clara Huitziltepec, Puebla el precio de la pitahaya fluctuó entre 30 a 40 pesos mexicanos (1.6-2.1 USD) cada una y de 90 a 100 pesos mexicanos por kg, (4.9-5.7 USD) en venta local en Texcoco, México.

Entre los constituyentes químicos de las pitahayas (*S. undatus*) destaca la presencia de betalaínas, flavonoides ácidos fenólicos, terpenos, esteroides y ácidos grasos (Ibrahim *et al.*, 2018). En el tallo de *S. monacanthus*, se encontraron cuatro componentes principales:

terpinoleno, eucaliptol, β -selinene y 5-cedranona, con principios sedativos, antioxidantes, antibacteriales, antifúngicos y anti cáncer.

La pulpa de pitahaya es rica en calcio, fosforo, magnesio, potasio, hierro sodio, zinc, fructosa, niacina, β -carotenos, licopeno, y vitamina E (Cuadro 3) (Ortiz-Hernández y Carrillo-Salazar, 2012; Ibrahim *et al.*, 2018), sustancias que tienen mayor presencia en pitahayas de pulpa roja.

Cuadro 3. Composición nutricional parcial de la pulpa de pitahaya (*Selenicereus*).

Especie	Proteína	Humedad	Grasa	Vit. C	Fibra cruda	°Brix
<i>S. monacanthus</i>	0.16-0.23 g	82.5-83 g	0.21-0.61 g	8-9 mg/L	0.7-0.9 g	
<i>S. undatus</i>	1.1 g		0.57 g	3 mg	11.34 g	10.6
<i>S. megalanthus</i>	0.4 g	85 g	0.1 g	4 mg	0.5 g	19.0
<i>S. guatemalensis</i>	-	-	-	8-9 mg/L	-	-

Fuente: Ibrahim *et al.* (2018); Montesinos Cruz *et al.* (2015); Meráz Alvarado *et al.* (2003).

La cáscara de pitahayas, al igual que otras cactáceas como *Stenocereus* y *Opuntia* (García-Cruz *et al.*, 2017), presenta betalaínas con capacidad antioxidante (Figueroa *et al.*, 2011). Este producto de desecho tuvo resultados prometedores en aumentar la cantidad y movilidad de espermatozoides en ratones (Aziz y Noor, 2010), como antibacterial (Nurmahani *et al.*, 2012), y reductor de la emisión de metano al incluirlo en la dieta del ganado (Matra *et al.*, 2019), entre otras bondades investigadas.

8 Especies y usos de las pitahayas en El Salvador

Las pitahayas en El Salvador han sido registradas por diversos autores (Standley y Calderón, 1925; Bauer, 2003; Arias y Véliz, 2006; Bravo-Hollis y Arias, 2011; Cerén López *et al.*, 2015). Todos indican la presencia de una especie (*Selenicereus undatus*). Es la más variable morfológicamente, pero generalmente se identifica por tener las costillas crenadas y carecer de tonos glaucos en los tallos. Solamente Cerén López *et al.* (2015) identificaron dos especies; la adicional fue *Selenicereus guatemalensis*. Se caracteriza por sus ramas verdes a ligeramente glaucas o azuladas cuando están jóvenes, margen de las costillas ligeramente recto, cóncavo y cornificado.

Los usos que han sido reportados para las pitahayas son el alimenticio como fruta, el mucilago del tallo para tratar problemas con la gastritis y la diarrea (GAIA-FIAES, 2014). Por su parte, Cerén López *et al.* (2015) registran para *S. undatus* y *S. guatemalensis* un uso ornamental,

medicinal y resaltan que el fruto es comestible. Estas especies habitan los bosques seco tropical y subtropical, de transición a tropical y subhúmedo.

La documentación del manejo y cultivo de la pitahaya en El Salvador ha sido abordado pobremente y no se ha publicado ningún manual, aunque se han hecho esfuerzos por documentar el cultivo, manejo y composición química de esta fruta (Beltrán Cañas, 2013).

Caracterización general del área de estudio

9. El Salvador: población original

El Salvador cuenta con una población aproximada de 6, 000,000 de habitantes y una densidad de 273 hab/km². Está dividido políticamente en 14 departamentos y 262 municipios (DIGESTYC, 2008). Las ciudades principales son la capital, San Salvador, seguido por Santa Ana en el occidente y San Miguel al oriente. Las principales actividades económicas son la caficultura, varios cultivos tropicales y ganadería; además existe una industria importante de maquila de textiles y se reciben remesas.

Reconstruir el pasado prehispánico de El Salvador resulta tortuoso y se basa en gran parte en restos arqueológicos. Se carece de documentos indígenas que faciliten conocer la historia desde el punto de vista indígena; las fuentes fidedignas son los testigos de la conquista española (Amaroli, 1991).

Las primeras manifestaciones de presencia humana datan aproximadamente de 10,000 a.C. en los petrograbados de la Cueva del Espíritu Santo, Morazán. Posteriormente, entre 1,500 a.C. a 200 d.C., el territorio salvadoreño estuvo ocupado por grupos xincas y mayas procedentes de Guatemala, pueblos lencas incursionados desde Honduras (Copán) y manges de Nicaragua (MINED-CONCULTURA, 2003).

A la llegada de los pipiles, alrededor de 200 d.C. (de habla nahua), descendientes de los toltecas, los pueblos anteriores fueron sometidos y desplazados a la periferia del territorio (Figura 2). Los pipiles dominaron el territorio central y occidental de El Salvador hasta la llegada de los españoles en 1524 (MINED-CONCULTURA, 2003).

Los pipiles llamaron a esta zona conquistada como “Cuzcatlan” que significa “lugar de piedras preciosas”. Los principales elementos producidos (y documentados como tributos a

los españoles) eran: maíz, piña (posiblemente *Ananas comosus* (L.) Merr.), frijol, chile, pavos, algodón, textiles, miel, cera, sal, cacao, añil (*Indigofera suffruticosa* Mill.), bálsamo (*Myroxylon balsamum* var. *pereirae* (Royle) Harms) y plumas de quetzal (Amaroli, 1991; MINED-CONCULTURA, 2003).

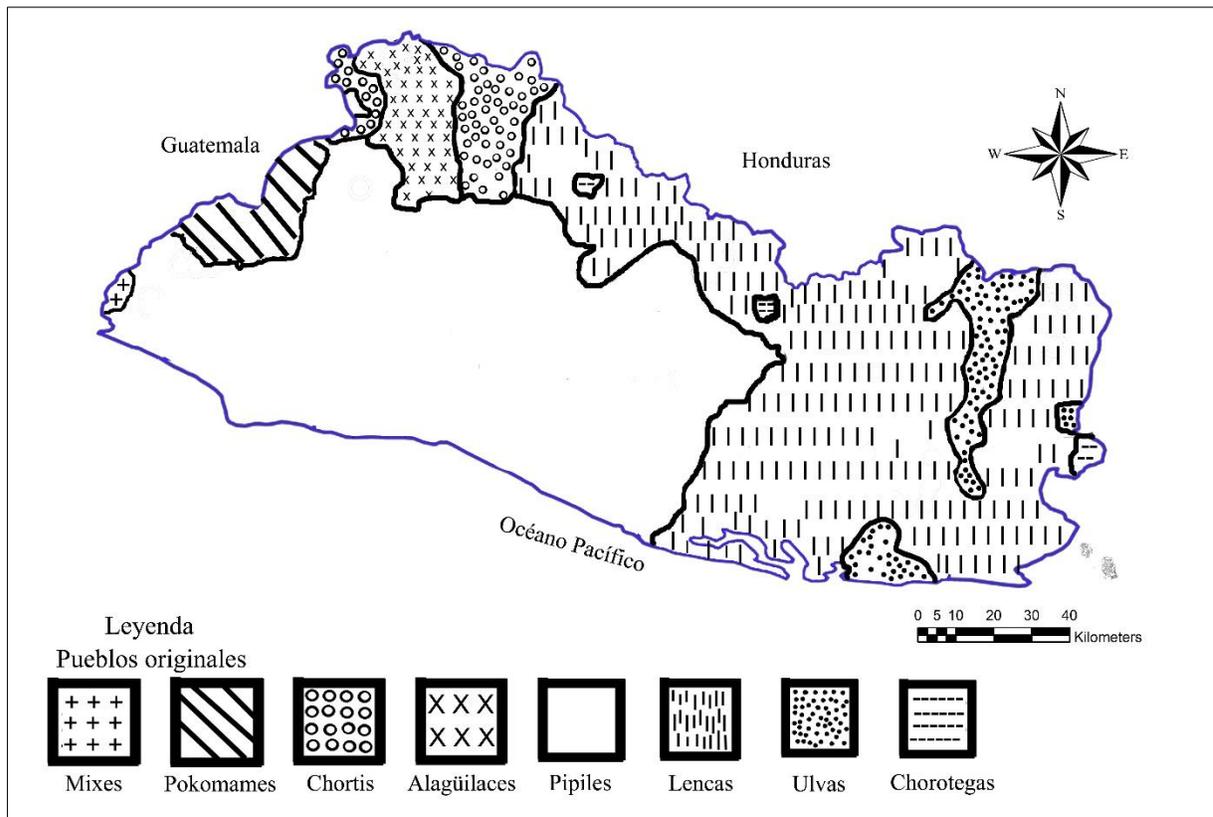


Figura 2. Distribución de las etnias en el territorio de El Salvador antes de la conquista de 1524. Modificado de: Lardé y Larín (1976).

Entonces, el territorio ha sido el encuentro y asentamiento de múltiples culturas tanto del norte como del sur de Centroamérica. Los conquistadores españoles se fortalecieron con guerreros de pueblos kaqchikel (de Guatemala) con quienes los pipiles mantenían guerras continuas (Amaroli, 1991).

No fue fácil someter el territorio, pero las etnias salvadoreñas fueron diezmadas y desaparecidas por asesinatos, enfermedades y hambrunas. En el pueblo de los nonualcos, de origen pipil (actualmente entre los municipios de Santiago, San Juan y San Pedro Nonualco del departamento de La Paz), en 1833 el indio Anastasio Aquino promovió un levantamiento contra el gobierno. Después para 1932 en Sonsonate, Feliciano Ama y Farabundo Martí se

levantan para exigir mejores condiciones sociales y autonomía en las comunidades (MINED-CONCULTURA, 2003; Hernández Moncada, 2016).

Actualmente se reconocen tres pueblos de ascendencia indígena en el territorio salvadoreño: a) Los *Nahua/Pipiles*, en Ahuachapán, Santa Ana, Sonsonate, La Libertad, San Salvador, La Paz y Chalatenango, con menos de 200 nahua hablantes; b) Los *Lencas*, rama Potón, en Usulután, San Miguel, Morazán y La Unión, no hay hablantes, solo se conservan algunas palabras; c) Los *Cacaoperas*, en Morazán, se considera una lengua extinta. En la actualidad no existe una identidad indígena de la mayoría de la población y ésta no reconoce su existencia. Las políticas gubernamentales los han invisibilizado, aunque en los últimos años han existido esfuerzos por reconocer su identidad, derechos y su lengua, aún siguen sumergidos en la pobreza y el olvido (MINED-CONCULTURA, 2003; Hernández Moncada, 2016).

10 El Salvador: caracterización biofísica

10.1 Condiciones climáticas en El Salvador

Por su ubicación en la región exterior del cinturón climático de los trópicos, El Salvador registra durante todo el año pequeños cambios de temperatura, pero las lluvias manifiestan alta variabilidad con dos épocas bien notorias, la época lluviosa de mayo a octubre y la época seca de noviembre a abril. Entre cada una se registran dos periodos transicionales: seca-lluviosa y lluviosa-seca respectivamente (MARN, 2015).

La temperatura en promedio es de 24.1° C, con máximas de 37° C y mínimas de 12.3° C. La humedad relativa anual oscila entre 63-89%. La precipitación promedio anual es de 1695 mm, con máximas de 2453 mm y mínimas precipitaciones de 551.6 mm en el departamento de Usulután (MARN, 2015).

10.2 Suelos: principales tipos de suelos

El origen del suelo salvadoreño es volcánico principalmente. Se registran siete tipos de pendientes del suelo, el 29% de la superficie del suelo es ondulado con una pendiente entre el 5-15%, seguido de una superficie plana (0-2% de pendiente) que representa el 26% (Mendoza, 2013).

El suelo se clasifica en ocho órdenes: aluvial, andisol, grumosol, halomórfico, latosol arcilloso ácidos, latosol arcillo rojizo, litosol y regosol. Predominan los suelos latosoles arcilloso-rojizo, andisoles y litosoles, los cuales ofrecen, a excepción del último, condiciones óptimas para las actividades agropecuarias (MAG, 2012).

10.3 Vegetación de El Salvador

Los esfuerzos iniciales por conocer y mapear la vegetación de El Salvador fueron por Lauer (1954) y Lötschert (1955) quienes propusieron una zonificación climática de la vegetación. La primera clasificación de la vegetación basada en fisionomía la hizo Daugherty (1973); agrupó seis tipos de bosque, en dos grandes secciones: tierras altas y tierras bajas, además incluyó vegetación no boscosa como la vegetación de playa y matorrales. Posteriormente Holdridge (1978) con el sistema de zonas de vida generó un mapa ecológico. La identificación de las especies típicas o representativas para cada una de las 13 comunidades de vegetación se llevó a cabo en la década de 1980, ya por investigadores nacionales (Flores, 1980). Vreugdenhil *et al.* (2002) en el mapeo de la vegetación de Centroamérica, para El Salvador registra siete formaciones vegetales cerradas, nueve abiertas y seis sistemas productivos. Recientemente en el inventario nacional de bosque solo diferenciaron cuatro formaciones boscosas principales: bosque latifoliado, de coníferas, bosque salado y bosque de café bajo sombra (MARN, 2018).

10.4 Biogeografía: provincia ecológica

Las formaciones vegetales de El Salvador corresponden a dos provincias biogeográficas:

- a) Costa Pacífica mexicana (ecorregión de bosques secos, lado pacífico de América Central). Especies características fueron reportadas por Cerén López (2009): conacaste (*Enterolobium cyclocarpum* (Jacq.) Griseb.), volador (*Terminalia oblonga* (Ruíz & Pav.) Steud), ceiba (*Ceiba pentandra* (L.) Gaertn.), laurel (*Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken), entre otras,
- b) de Chiapas (ecorregión de bosques de pino y roble de América Central y la ecorregión de los bosques montanos de América Central), con especies como: roble (*Quercus* spp.), pinos (*Pinus* spp.), calzoncillo (*Passiflora citrina* J.M. MacDougal), zapotillo (*Clethra lanata* M. Martens & Galeotti), aguacate de montaña (*Persea schiedeana* Nees), zorrillo (*Roupala glaberrima* Pittier y *R. montana* Aubl.), entre las más frecuentes.

Ambas están dentro del dominio Mesoamericano de la subregión Caribeña de la región Neotropical (Morrone, 2004).

11. Literatura citada

- Amaroli, P. 1991. Linderos y geografía económica de Cuscatlán, provincia pipil del territorio de El Salvador. *Mesoamérica*, 12, 41-70.
- Anderson, E. F. 2001. *The cactus family*, Timber Press. Portland, Oregon, USA.
- Arias, S. & Véliz, M. 2006. Diversidad y distribución de las cactáceas de Guatemala. *In*: Cano, E. (ed.) *Biodiversidad de Guatemala*. Universidad del Valle de Guatemala. Ciudad de Guatemala, Guatemala. 22-238.
- Aziz, F. A. & Noor, M. M. 2010. Ethanol extract of dragon fruit and its effects on sperm quality and histology of the testes in mice. *Biomedical Research*, 21(2), 126-130.
- Bauer, R. 2003. A synopsis of the tribe Hylocereeae. *Cactaceae Systematics Initiatives*, 17, 3-63.
- Beltrán Cañas, A. 2013. Manejo del cultivo de la pitahaya (*Hylocereus undatus* Britton & Rose) nativas e introducidas en El Salvador. No publicado. Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal (CENTA). Ciudad Arce, La Libertad, El Salvador.
- Bravo-Hollis, H. & Arias, S. 2011. Cactaceae. *In*: Davidse, G., Sousa Sánchez, M., Knapp, S. & Chiang Cabrera, F. (eds.) *Flora Mesoamericana*. Missouri Botanical Garden. Saint Louis, Missouri, USA.
- Casas, A., Pickersgill, B., Caballero, J. & Valiente-Banuet, A. 1997. Ethnobotany and domestication in xoconochtli, *Stenocereus stellatus* (Cactaceae), in the Tehuacán Valley and la Mixteca Baja, Mexico. *Economic Botany*, 51(3), 279-292.
- Castillo Martínez, R., Ebel, R., Calix De Dios, H., Ferral Piña, J. & Nava Padilla, R. 2016. *Guía para la producción sostenible de pitahaya en la Península de Yucatán, México*. No publicado. Mérida, Yucatán, México.
- Castro, A., Lascurain-Rangel, M., Gómez-Díaz, J. A. & Sosa, V. 2018. Mayan homegardens in decline: The case of the pitahaya (*Hylocereus undatus*), a vine cactus with edible fruit. *Tropical Conservation Science*, 11, 1-10.
- Cerén López, J. G. 2009. Análisis fitogeográfico de la flora salvadoreña. *In*: Echeverría, E. (ed.) *Compartiendo información sobre biodiversidad: giras botánicas en El Salvador*. Museo de Historia Natural de El Salvador. San Salvador, El Salvador.

- Cerén López, J. G., Menjívar Cruz, J. E. & Árias Montes, S. 2015. *Diversidad de cactus de El Salvador*. Museo de Historia Natural de El Salvador. San Salvador, El Salvador.
- Daugherty, H. E. 1973. *Conservación ambiental en El Salvador*. Artes Gráficas, Fundación Herbert de Sola. San Salvador, El Salvador.
- DIGESTYC. Dirección General de Estadística y Censo. 2008. VI Censo de población y V de vivienda. Ministerio de Economía, San Salvador, El Salvador.
- Esquivel, P. & Araya Quesada, Y. 2012. Características del fruto de la pitahaya (*Hylocereus* sp.) y su potencial de uso en la industria alimentaria. *Revista Venezolana de Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 3(1), 113-129.
- Fernández de Oviedo, G. 1851. *Historia general y natural de las Indias, Islas y Tierra-Firme del Mar Oceano*. Imprenta de la Real Academia de la Historia. Madrid, España.
- Ferral Piña, J., Trejo Rivero, J. A. & Gómez y Gómez, B. 2012. *Insectos polinizadores en el cultivo de pitahaya (Hylocereus undatus)*. Editorial Académica Española. Berlin, Alemania.
- Figueroa, R., Tamayo, J., González, S., Moreno, G. & Vargas, L. 2011. Actividad antioxidante de antocianinas presentes en cáscara de pitahaya (*Hylocereus undatus*). *Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha*, 12(1), 44-50.
- Flores, J. S. 1980. *Tipos de vegetación de El Salvador y su estado actual: un estudio ecológico*, Editorial Universitaria, Universidad de El Salvador. San Salvador, El Salvador.
- GAIA-FIAES. Organización tierra y fondo de inversión ambiental de El Salvador. 2014. Línea base de productos forestales no maderables de la zona de amortiguamiento del Parque Nacional Montecristo, Reserva de Biosfera Transfronteriza Trifinio Fraternidad, El Salvador. Informe de consultoría. No publicado. San Salvador, El Salvador.
- García Aguilar, M. D. L. A., Terrazas, T., Segura León, O., Arias, S., Vibrans, H. & López-Mata, L. 2013. Caracterización molecular de tres especies de *Hylocereus* (Cactaceae) presentes en México. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 36, 13-22.
- García-Cruz, L., Dueñas, M., Santos-Buelgas, C., Valle-Guadarrama, S. & Salinas-Moreno, Y. 2017. Betalains and phenolic compounds profiling and antioxidant capacity of pitaya (*Stenocereus* spp.) fruit from two species (*S. pruinosus* and *S. stellatus*). *Food Chemistry*, 234, 111-118.

- García-Rubio, L. A., Vargas-Ponce, O., Ramírez-Mireles, F. D. J., Munguía-Lino, G., Corona-Oceguera, C. A. & Cruz-Hernández, T. 2015. Distribución geográfica de *Hylocereus* (Cactaceae) en México. *Botanical Sciences*, 93(4), 921-939.
- Hernández-Hernández, T., Hernández, H. M., De-Nova, J. A., Puente, R., Eguiarte, L. E. & Magallón, S. 2011. Phylogenetic relationships and evolution of growth form in Cactaceae (Caryophyllales, Eudicotyledoneae). *American Journal of Botany*, 98, 44-61.
- Hernández Moncada, M. 2016. Pueblos indígenas de El Salvador: la visión de los invisibles. In: Quiles, F. & Mejía, K. (eds.) *Centroamérica Patrimonio Vivo*. Acer-VOS. Universidad Pablo de Olavide. Sevilla, España, 138-157.
- Holdridge, L. R. 1978. *Mapa ecológico de El Salvador*. Ministerio de Agricultura y Ganadería. San Salvador, El Salvador.
- Ibrahim, S. R. M., Mohamed, G. A., Khedr, A. I. M., Zayed, M. F. & El-Kholy, A. 2018. Genus *Hylocereus*: beneficial phytochemicals, nutritional importance, and biological relevance-A review. *Journal of Food Biochemistry*, 42(2), 1-29.
- Korotkova, N., Borsch, T. & Arias, S. 2017. A phylogenetic framework for the Hylocereeae (Cactaceae) and implications for the circumscription of the genera. *Phytotaxa*, 327(1), 1-46.
- Lardé y Larín, J. 1976. Toponimia autóctona de El Salvador central. Ediciones del Ministerio del Interior. San Salvador, El Salvador.
- Lauer, W. 1954. Las formas de vegetación de El Salvador. *Comunicaciones*, 3(1), 44-45.
- Le Bellec, F., Vaillant, F. & Imbert, E. 2006. Pitahaya (*Hylocereus* spp.): a new fruit crop, a market with a future. *Fruits*, 61(4), 237-250.
- López-Turcios, O. & Guido-Miranda, A. 1998. Evaluación de dosis de nitrógeno y fósforo en el cultivo de pitahaya (*Hylocereus undatus*). *Agronomía Mesoamericana*, 9(1), 66-71.
- Lötschert, W. 1955. La vegetación de El Salvador. *Comunicaciones*, 3(4), 65-79.
- MAG 2012. *Clasificación de suelos por división política de El Salvador*, C.A. Ministerio de Agricultura y Ganadería. San Salvador, El Salvador.
- MARN. 2015. *Boletín climático anual*. Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, San Salvador, El Salvador. Disponible:

<https://www.snet.gob.sv/UserFiles/meteorologia/climatico2015.pdf> [Consultado: mayo 2019].

MARN. 2018. *Inventario nacional de bosques de El Salvador*. Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales. San Salvador, El Salvador.

Martínez, J. A., Cruz Navarro, R. E. & Pérez, B. E. 2003. *Información sobre los Pueblos Indígenas de El Salvador. Proyecto regional de manejo integrado de ecosistemas por pueblos indígenas y comunidades de Centroamerica*. Disponible: <http://unpan1.un.org/intradoc/groups/public/documents/ICAP/UNPAN027547.pdf> [Consultado: junio, 2019].

Matra, M., Wanapat, M., Cherdthong, A., Foiklang, S. & Mapato, C. 2019. Dietary dragon fruit (*Hylocereus undatus*) peel powder improved in vitro rumen fermentation and gas production kinetics. *Tropical Animal Health and Production*, 51, 1531-1538.

Mendieta, R. M. & Rodríguez, S. D. A. 1981. *Plantas medicinales del estado de Yucatán*. Instituto Nacional de Investigaciones sobre Recursos Bióticos, Continental. Xalapa, México.

Mendoza, E. 2013. *Estado actual, prioridades y necesidades para el manejo sostenible del suelo en El Salvador*. Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal CENTA, La Habana, Cuba. Disponible: http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/GSP/docs/Central_America_WS/EL_Salvador.pdf [Consultado: julio, 2019].

Meráz Alvarado, M. D. R., Gómez Cruz, M. Á. & Schwentesius, R. 2003. Pitahaya de México, producción y comercialización en el contexto internacional. *In: Flores Valez, C. A. (ed.) Pitayas y pitahayas*. Centro de Investigación Económicas, Sociales y Tecnológicas de la Agroindustria y la Agricultura Mundial, Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Texcoco, México. pp. 97-121.

MINED-CONCULTURA. 2003. *Perfil de los pueblos indígenas en El Salvador*. Banco Mundial. Disponible: <http://siteresources.worldbank.org/INTLACREGTOPSUSTOU/Resources/163.pdf> [Consultado: julio, 2019].

Montesinos Cruz, J. A., Rodríguez-Larramendi, L., Ortiz-Pérez, R., Fonseca-Flores, M. D. L. Á., Ruíz Herrera, G. & Guevara-Hernández, F. 2015. Pitahaya (*Hylocereus* spp.), un recurso fitogenético con historia y futuro para el trópico seco mexicano. *Cultivos Tropicales*, 36, 67-76.

Morrone, J. J. 2004. Panbiogeografía, componentes bióticos y zonas de transición. *Revista Brasileira de Entomologia*, 48(2), 149-162.

- Nerd, A., Sitrit, Y., Kaushik, R. A. & Mizrahi, Y. 2002. High summer temperatures inhibit flowering in vine pitaya crops (*Hylocereus* spp.). *Scientia Horticulturae*, 96, 343-350.
- Nurmahani, M. M., Osman, A., Abdul Hamid, A., Mohamad Ghazali, F. & Pak Dek, M. S. 2012. Antibacterial property of *Hylocereus polyrhizus* and *Hylocereus undatus* peel extracts. *International Food Research Journal*, 19(1), 77-84.
- OIRSA/VIFINEX. 2000. *Manual Técnico: Buenas prácticas para el cultivo de la Pitahaya*. Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria, Managua, Nicaragua. Disponible:<https://www.oirsa.org/contenido/biblioteca/MANUALPITHAYA.pdf> [Consultado: julio, 2019].
- Ortiz-Hernández, Y. D. & Carrillo-Salazar, J. A. 2012. Pitahaya (*Hylocereus* spp.): a short review. *Comunicata Scientiae*, 3(4), 220-237.
- Osuna-Enciso, T., Valdez-Torres, J. B., Sañudo-Barajas, J. A., Muy-Rangel, M. D., Hernández-Verdugo, S., Villarreal-Romero, M. & Osuna-Rodríguez, J. M. 2016. Fenología reproductiva, rendimiento y calidad del fruto de pitahaya (*Hylocereusundatus* (Haw.) Britton and Rose) en el valle de Culiacán, Sinaloa, México. *Agrociencia*, 50(1), 61-78.
- Pushpakumara, D., Gunasena, H. & Karyawasam, M. 2005. Flowering and fruiting phenology, pollination vectors and breeding system of dragon fruit (*Hylocereus* spp.). *Sri Lankan Journal of Agricultural Science*, 42, 81-91.
- Ramírez, M. 1999. *Caracterización y compatibilidad en pitahaya (Hylocereus sp.)*. Tesis, Maestría en Ciencias, Universidad Autónoma de Chapingo. Texcoco, México.
- Rodríguez-Canto, A. 2000. Producción y comercialización de pitahayas en México. *Claridades Agropecuarias*, 82, 3-39.
- Solís Martínez, B. 2014. *Polinización y amarre de fruto de pitahaya solferina (Hylocereus sp.) en la Mixteca Poblana*. Tesis, Maestría en Ciencias, Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo. Texcoco, México.
- Standley, P. & Calderón, S. 1925. *Lista preliminar de las plantas de El Salvador*. Tipografía la Unión, Dutriz Hermanos. San Salvador, El Salvador.
- Valiente-Banuet, A., Santos Gally, R., Arizmendi, M. C. & Casas, A. 2007. Pollination biology of the hemiepiphytic cactus *Hylocereusundatus* in the Tehuacán Valley, Mexico. *Journal of Arid Environments*, 68, 1-8.

Vreugdenhil, D., Meerman, J., Meyrat, A., Gómez, L. D. & Graham, D. J. 2002. *Map of the ecosystems of Central America: final report*. World Bank, Washington, D.C.

CAPITULO I. ETNOBOTÁNICA DE LA PITAHAYA (*Selenicereus*, *Hylocereeae*, *Cactaceae*) EN EL SALVADOR

1.1 RESUMEN

La pitahaya o fruta del dragón (*Selenicereus* spp.) es una fruta tropical atractiva, un cactus que ha tenido un éxito creciente en todo el mundo. Sin embargo, juega un papel menor en la mayoría de los países de su área de origen, Mesoamérica. Este estudio explora las preferencias y usos de la planta en El Salvador. Documenta los usos del tallo, flor, fruta, los criterios de selección, clasificación tradicional y las preferencias de consumo. Entrevistamos a 150 personas que tuvieron algún contacto con la planta, a través de entrevistas semiestructuradas. Ellos tenían diferentes niveles educativos, y eran de origen tanto urbanos como rurales. De los 14 departamentos del país, visitamos 11. Se registraron once nombres comunes. El uso principal fue como alimento, como fruta fresca y en frescos (agua). Un tercio de los informantes registró al menos un uso de medicina tradicional, para 14 afecciones (12 en humanos y dos en animales). La parte más utilizada de la planta en la medicina fue la fruta. El uso medicinal fue más común en la parte occidental del país que en el oriente. La planta no es valorada como ornamental. La clasificación tradicional era poco desarrollada y muy local; se diferenciaba principalmente por el origen de la planta (silvestre o cultivada), el sabor y el color de la pulpa. La dulzura y el color rojo de la pulpa fueron los criterios principales para la preferencia y selección de frutas y plantas para consumo y cultivo en huertos familiares; sin embargo, las variedades cultivadas comercialmente no eran muy dulces y tenían pulpa blanca y roja. Por lo tanto, no se ajustaban a las preferencias del consumidor, y esto puede ser una razón de su importancia relativamente baja en los mercados locales. Los análisis estadísticos mostraron una diferenciación regional de consumo y preferencia de frutas y usos medicinales que pueden estar relacionados con rasgos culturales y ambientales.

Palabras clave: Fruta de cactus, preferencia de consumo, selección tradicional.

**CHAPTER 1. ETHNOBOTANY OF THE PITAHAYA (*Selenicereus*, *Hylocereeae*,
Cactaceae) IN EL SALVADOR**

1.2 ABSTRACT

The pitahaya or dragon fruit (*Selenicereus* spp.) is an attractive tropical cactus fruit that has enjoyed increasing success worldwide. However, it plays a minor role in most countries of its area of origin, Mesoamerica. This study explores preferences y uses of the plant in El Salvador. It documents the uses of the stem, flower, fruit, selection criteria, traditional classification, and consumption preferences. We interviewed 150 people who had some contact with the fruit, with semi-structured interviews. They had different educational levels and were both urban and rural. Of the 14 departments of the country, we visited 11. Eleven common names were registered. The primary use was for food, as fresh fruit, and in (fresh) mix beverages. One-third of the informants reported at least one use in traditional medicine, for 14 conditions (12 in humans and two in animals). The most commonly used part of the plant in medicine was also the fruit. Medicinal use was more common in the western part of the country than in the east. The plant was not valued as an ornamental. The traditional classification was underdeveloped and very local; it differentiated mainly by the origin of the plant (wild or cultivated), the flavor and color of the pulp. The sweetness and red color of the fruit pulp were the main criteria for preference and selection of fruits and plants for consumption and cultivation in home gardens; however, the varieties cultivated commercially were not very sweet and had white or red pulp. Thus, they did not conform to consumer preferences, and this may be a reason for their relatively low importance in local markets. Statistical analyzes showed a regional differentiation of consumption and preference of fruits and medicinal uses that may be related to cultural and environmental traits.

Keywords: Cactus fruit, consumer preferences, traditional selection.

1.3 INTRODUCCIÓN

La pitahaya o fruta del dragón (*Selenicereus undatus* (Haw.) D.R. Hunt y las especies relacionadas) es una fruta de cactus tropical cada vez más popular en los mercados internacionales (Figura 1.1A-B.); pertenece a un género con varias especies comerciales. Se cultiva principalmente en Asia (Tailandia, India, China, Taiwán, Vietnam e Israel) y Colombia. La fruta se vende a varios dólares por fruta localmente, y de 1.80 a 12 dólares por kg en el mercado internacional (González-Berrios y González-Acevedo, 2014; Cardoso-Cevallos y Vasquez-Ortíz, 2015; Velarde Flores *et al.*, 2018;).

En su área de origen, Mesoamérica, se encuentra con frecuencia en huertos familiares y márgenes de campo, así como en vegetación silvestre (Cerén López *et al.*, 2015). Sin embargo, rara vez ingresa al comercio o se cultiva a gran escala, excepto en Nicaragua. Allí se promovió fuertemente hace unos 30 años, y ahora es un importante cultivo comercial, particularmente en suelos pobres y pedregosos, con ventas anuales por más de 658,000 dólares estadounidense (González-Berrios y González-Acevedo, 2014; López-Avilés y Espinoza-Borges, 2018).

Dentro de la amplia variedad de plantas utilizadas por los primeros habitantes de la región mesoamericana, los cactus fueron, y son, notables por su versatilidad, ya que las partes vegetativas, las flores y las frutas a menudo son comestibles (Casas *et al.*, 2002). Sus restos arqueológicos han sido ampliamente estudiados. En El Salvador, se encontró un recipiente fitomorfo cactoide en el Parque Arqueológico de Cihuatán, con una edad estimada de aproximadamente de 2000 años; representa el género *Echinocactus* Link & Otto (Cabrera-Palacios, 2013). Un grupo de cactus hemiepífitos, trepadores de la tribu Hylocereeae y particularmente el género *Selenicereus*, impresionaron a los primeros españoles. Notaron sus flores grandes y aromáticas, su fruta grande, roja y sin espinas, y el hecho de que crecen en diversos hábitos (Fernández de Oviedo, 1851; Monterrey *et al.*, 2014).

La palabra *pitahaya* se originó en las Antillas Mayores y significaba fruta escamosa; los españoles introdujeron la palabra al resto de América. La población indígena del centro de México llamó a la planta *cuauhnochtli*. El prefijo *cuauh-* significa árbol, para referirse al lugar donde comúnmente crece la planta (Meráz-Alvarado *et al.*, 2003), y *nochtli* es el término Náhuatl para frutos de cactus (Casas *et al.*, 1997). Los mayas en Yucatán lo llaman *chacam*,

zacam, *xacob*, *penxacub*, a veces agregando *wob*’; para referirse a aquellos con pulpa blanca (*sac wob*); los que tienen pulpa roja se llaman *chac wob* (Mendieta y Rodríguez, 1981; Meráz-Alvarado *et al.*, 2003).

Los criterios y clasificación tradicional de los cactus han sido estudiados en varias especies, por ejemplo, en cactus columnares del género *Stenocereus*. Las plantas se seleccionan principalmente por el tamaño de los frutos, la cantidad de jugo, dulzura, y color de la pulpa (Rosales-Bustamante *et al.*, 2009). Las pitahayas (*Selenicereus*) no se han estudiado desde esta perspectiva en Mesoamérica. Su presencia y uso son conocidos de El Salvador (GAIA-FIAES, 2014), pero los detalles no están disponibles.

Este estudio de la etnobotánica y las preferencias de los consumidores en El Salvador espera contribuir con datos para mejorar el mercado regional de esta fruta. Para seguir este objetivo, reportamos los resultados de 150 entrevistas en todo el país de personas que conocen o cultivan la planta, así como de cinco personas en la cadena de comercialización. Se les preguntó sobre el uso alimenticio y otros usos de las especies de pitahaya, como aprendieron de ello y que tipo de fruta prefieren. Luego, analizamos la distribución geográfica de las preferencias.

1.4 MATERIALES Y MÉTODOS

1.4.1 Área de estudio

El Salvador, con un área de 20,721 km², se ubica en el corazón de Centroamérica. Es el país más pequeño y comparte sus fronteras con Guatemala, Honduras, y el Océano Pacífico. La vegetación es principalmente tropical (estación seca y húmeda) con algunas zonas templadas – el punto más alto es El Pital, con 2,700 m s.n.m. Administrativamente el país está organizado en 14 departamentos. Para este estudio, el trabajo de campo se dirigió a localidades con especímenes de herbario o estudios florísticos previos (Cerén López *et al.*, 2015) y observaciones de especies de *Selenicereus*, en 11 departamentos; algunos lugares también fueron visitados debido a vacíos de información (Figura 1.2B).

Selenicereus undatus y *S. guatemalensis* (Eichlam ex Weingart) D.R. Hunt eran conocidos previamente en el área de estudio, tanto silvestres como cultivadas. El trabajo de campo taxonómico (Capítulo II) confirmó esto. Además encontramos dos morfotipos que no

podieron asignarse a estas especies; las nombramos *Selenicereus* 1 y 2. *Selenicereus megalanthus* (K. Schumann ex Vaupel) Moran se introdujo recientemente para el cultivo, pero no se incluye en este estudio.

Históricamente, personas de diferentes orígenes étnicos poblaron el país. Los habitantes de la parte occidental provienen de los pipiles que emigraron de Guatemala, mientras que el oriente fue colonizado por Lencas, de la vecina Honduras. Esta parte del país ha sido descuidado históricamente y también tiene el clima más cálido. Hoy, estos orígenes étnicos se ha oscurecido y casi perdido la lengua original – todos hablan español. Sin embargo, las diferencias persisten, como lo muestra este estudio.

1.4.2 Fase de campo

Se visitó cada departamento durante 4-5 días (Figura 1.2B) entre junio y agosto de 2018. Se contactó a líderes de la comunidad a través de la red de Casas de la Cultura del Ministerio de Cultura. En Áreas Naturales Protegidas, se solicitó permiso al Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales bajo la autorización de recolección científica actual del Museo de Historia Natural de El Salvador (MARN-DEV-GVS-AIMA-034-2017); en áreas privadas o comunales, se obtuvo el permiso del propietario, administrador o colono.

Cuando fue posible, se recolectaron cuatro duplicados de muestras fértiles con flores y frutos de poblaciones no cultivadas. Las poblaciones cultivadas fueron algunas veces colectadas y otras solo fotografiadas. Los especímenes de herbario fueron procesados, identificados, y depositados en el herbario MHES.

La selección de informantes fue preferencial, ya que la mayoría de los salvadoreños no conocen la pitahaya; solo se entrevistó a personas con algún contacto con la especie. Se solicitaron referencias al informante local (encargado de la Casa de la Cultura o unidad ambiental del municipio). Con base en sus recomendaciones, visitamos pueblos, caseríos y cantones, observamos y documentamos la presencia o ausencia de poblaciones de pitahaya. Cuando se encontraron sus poblaciones, se solicitó la participación de la(s) casa(s) cercanas, explicando el propósito del estudio y su participación voluntaria. Las poblaciones toleradas o fomentadas eran consideradas silvestres.

1.4.3 Recolección de la información

Con este procedimiento, entrevistamos a 150 informantes, con una entrevista semiestructurada. Se preguntó sobre los usos (comestible, medicinales, ornamentales, culturales), clasificación tradicional, preferencia y criterios de selección de frutos. De los entrevistados, 94 fueron hombres (62.7%) y 56 mujeres (37.3%). La distribución por edad fue sesgada hacia adultos y adultos mayores: 23 (15%) estaban en el intervalo de 13-30 años, otros 56 (37%) entre los 32-50 años y 71 (48%) entre 51-92 años. La ocupación de los informantes fue jornaleros agrícolas (54.7%), amas de casa (33.3%), profesionales (7.3%), guarda recursos (2.7%) y estudiantes (2%). Algunos entrevistados poseían más de una ocupación o actividad económica. Los niveles académicos variaron considerablemente. Una quinta parte (22%) no fue a la escuela, el 44% solo tenía educación primaria (parcial o completa), otra quinta parte (14%) había completado el noveno grado y una décima parte (9.3%) había terminado la escuela secundaria. Hubo un 3.3% informantes con educación técnica adicional y un 7.3% graduados universitarios. Además, entrevistamos a un gerente de supermercado y cuatro vendedores de la fruta en los mercados locales.

1.4.4 Variables evaluadas

Se incluyeron las siguientes variables en los análisis:

- Demográficas: Aquí, incluimos la información obtenida de las entrevistas: género, edad, educación y ocupación.
- Geográficas: Cada entrevista fue georreferenciada y se documentó la ubicación (caserío, cantón, municipio y departamento).
- Usos de las pitahayas: El cuadro 1.1 resume las categorías reconocidas para los usos de la planta. Para cada respuesta, también preguntamos sobre la fuente de la información (padres, abuelos, cónyuge, amigos y vecinos, o curiosidad) y la etapa de la vida en la que se aprendió (niño, adolescente, adulto).

Cuadro 1. 1. Categorías de uso para la pitahaya (*Selenicereus* sp.) en El Salvador.

Usos	Parte usada	Forma de uso	Tipo de dato
Alimenticio	Tallo, flores	Crudo, cocido	Descriptivo
	Fruto	Fruta fresca, bebidas (refresco, agua), licuados, helado o sorbete, jalea	
Medicinal	Tallo, flores, fruto	Crudo, cocido	Afecciones tratadas
		Infusion, cataplasma, bebidas, otros	
Ornamental		Jardines, plantaciones, arreglo floral	Descriptivo
Cultural, religioso		Ofrenda en el día de los muertos, tradiciones, ferias, bailes o danzas	

- La clasificación tradicional, selección, y preferencia: los entrevistados describen estas variables cualitativamente y en sus propias palabras. Se codificaron como se muestra en el cuadro 1.2.

Cuadro 1. 2. Categorías para el análisis de la clasificación tradicional, selección, y preferencia de la pitahaya (*Selenicereus*) en El Salvador.

Preferencia y clasificación tradicional		Selección tradicional	
Parte de la planta	Característica	Parte	Característica
Tallo	Espinoso, poco espinoso, sin espinas	Esqueje del tallo	Fácil propagación, adaptación al sitio, consumo, usos, productividad. Espinas pequeñas o grandes. Fruto: dulzura, largo, color de la pulpa, forma
Flores	Color, tamaño, olor		
Fruto	Forma, color (exterior e interior), sabor	Cascara (pericarpelo)	Rojo, rosado, y amarillo
		Forma del fruto	Redonda, ovalado, otro
Sabor del fruto	Insípido, agridulce, dulce, no es importante	Pulpa	Rojo, blanco, rosado, fucsia
Origen de la planta	Silvestre o cultivado		
Fruta para alimento	Sabor, color, tamaño, madurez, beneficios a la salud		

- La dulzura (grados Brix): La concentración de azúcar en la pulpa de la pitahaya se midió en °Brix con un refractómetro Atago automático. Las muestras consistieron en 33 frutos maduros (19 de *S. undatus*, 11 de *S. guatemalensis*, dos del cultivar orejona y uno de cimarrona) que se encontraron durante el estudio de campo; se mantuvieron en una nevera a 5-10° C durante el día. Por la noche, una parte central de la pulpa se extrajo y se maceró. Luego se colocaron dos gotas en el refractómetro. La medición se repitió tres veces para cada fruto, y el promedio se consideró representativo del contenido de azúcar en la fruta.

- Tamaño del fruto: Las dimensiones de los mismos 33 frutos se midieron en el campo con un calibrador o vernier digital; la longitud se tomó desde la base hasta el ápice y el ancho en la zona ecuatorial del fruto.

1.4.5 Análisis estadístico

Algunas variables se analizaron con estadística descriptiva (nombres comunes, responsables o fuente de transmisión del conocimiento, etc.). Los datos geográficos (departamentos, divididos en occidental, central y oriental) se correlacionaron con los resultados ordinales de las entrevistas sobre conocimiento, aprendizaje, usos y preferencia (Tabla 3); además, la edad y el sexo se incluyeron en los análisis de correlación. El cuadro 1.3 muestra las variables en el orden en que fueron tratadas como categorías ordinales. Las variables socio-geográficas se colocaron en el eje-x, y los valores del conocimiento, consumo y preferencia en el eje-y. (*significancia a 0.05 y **significancia a 0.01).

Cuadro 1.3. Descripción de las variables empleadas en el análisis de correlación.

Variables de conocimiento, transmisión, consumo y preferencia de la pitahaya	Variables socio-geográficas
Edad de adquisición del conocimiento sobre la pitahaya: niño (13-14), joven (15-25), adulto (26-92)	Occidente, centro, oriente (por departamentos)
Fuente del conocimiento: padres, abuelos, cónyuge, vecinos, amigos, curiosidad	Edad (años)
Forma de consumo: fruta, refresco, licuado con leche, sorbete, jalea	Género (masculino, femenino)
Color de pulpa preferido: rojo, fucsia, rosado, blanco	
Sabor de pulpa preferido: dulce, agridulce, ácido, insípido	
Forma del fruto preferido: redondo, ovado, alargado	
Selección de plantas para trasplantar a jardines: a) por sabor, b) color de pulpa, c) número y tamaño de las espinas. Todas con las mismas variables ordinales que arriba.	

Los datos se sometieron a una prueba de normalidad (Shapiro-Wilk), pero ninguno fue satisfactorio. Luego se analizaron con la prueba de Spearman con un nivel de significancia de 0.05 y 0.01 (SPSS ver. 15.0).

Análisis multivariado

Los patrones geográficos se analizaron para las 17 variables de consumo y preferencia (Cuadro 1.4). Se construyó una matriz de presencia-ausencia con las variables basadas en cada entrevista y luego se evaluó con un análisis de coordenadas principales, utilizando el coeficiente de similitud de Jaccard del programa PC-ORD 6.0 (McCune y Mefford, 2011). Los patrones de consumo de pitahaya se superpusieron luego en el mapa etnolingüístico. En ambos análisis, excluimos las preferencias y las formas de consumo mencionadas por un solo entrevistado.

Cuadro 1.4. Características del fruto y forma de consumo usadas para el análisis de los patrones de consumo y uso de la pitahaya (*Selenicereus* sp.).

Órgano/característica	Atributo
Fruto	
Sabor	Insípido Agridulce Dulce Ácido Indiferente
Color de la pulpa	Rojo Fucsia Rosado Blanco
Forma	Redonda Ovada Alargada Sin preferencia
Forma de consumo	
Fruto	Fruta fresca Agua (<i>fresco</i>) Licuado con leche Fruta fresca y fresco (agua) Sorbete
Tallo	Tallo inmaduro

1.5 RESULTADOS

Conocimiento

Todos los entrevistados conocían la planta en estudio como pitahaya. De los diez nombres adicionales encontrados, el más frecuente fue *pitaya*, también *tuna* y *fruta del dragón*, por su comercialización en los supermercados. Otros nombres eran raros o solo con uso local como: *anonaconde*, *cactus*, *guacamaya*, *pitahaya de monte*, *rabo de mula*, *tunamil* y *orejona*. El último nombre fue de un cultivar distribuido por el Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal “Enrique Álvarez Córdova” (CENTA), introducida de Guatemala por la agencia de desarrollo taiwanesa.

La mayoría de las personas se familiarizaron con la pitahaya cuando eran niños (78%; cuando jóvenes: 14.7%, adultos: 7.3%). En general, aprendieron sobre la fruta de sus padres (61.3%), también a través de amigos (20%), abuelos (14%), cónyuges (1.3%) y por sí mismos, a través de la curiosidad (3.3%). “*Aprendí a comer pitahaya, porque al salir al monte vi que los pájaros se la comían*”; Don Juan Francisco, municipio de Juayúa, departamento de Sonsonate.

La gente no distinguió las dos especies botánicas. Por esta razón, los resultados a continuación se aplican para ambas especies, incluidos ambos morfotipos.

Uso alimenticio

La pitahaya se comía más comúnmente como fruta fresca (Figura 1.1A-C). Una sexta parte de los informantes utilizó la pulpa para preparar bebidas (fresco), a menudo agregando azúcar, limón o jugo de naranja (Figura 1.1D). Otras formas menos comunes de consumo fueron los licuados (con leche), como sorbete, y el tallo joven como verdura.

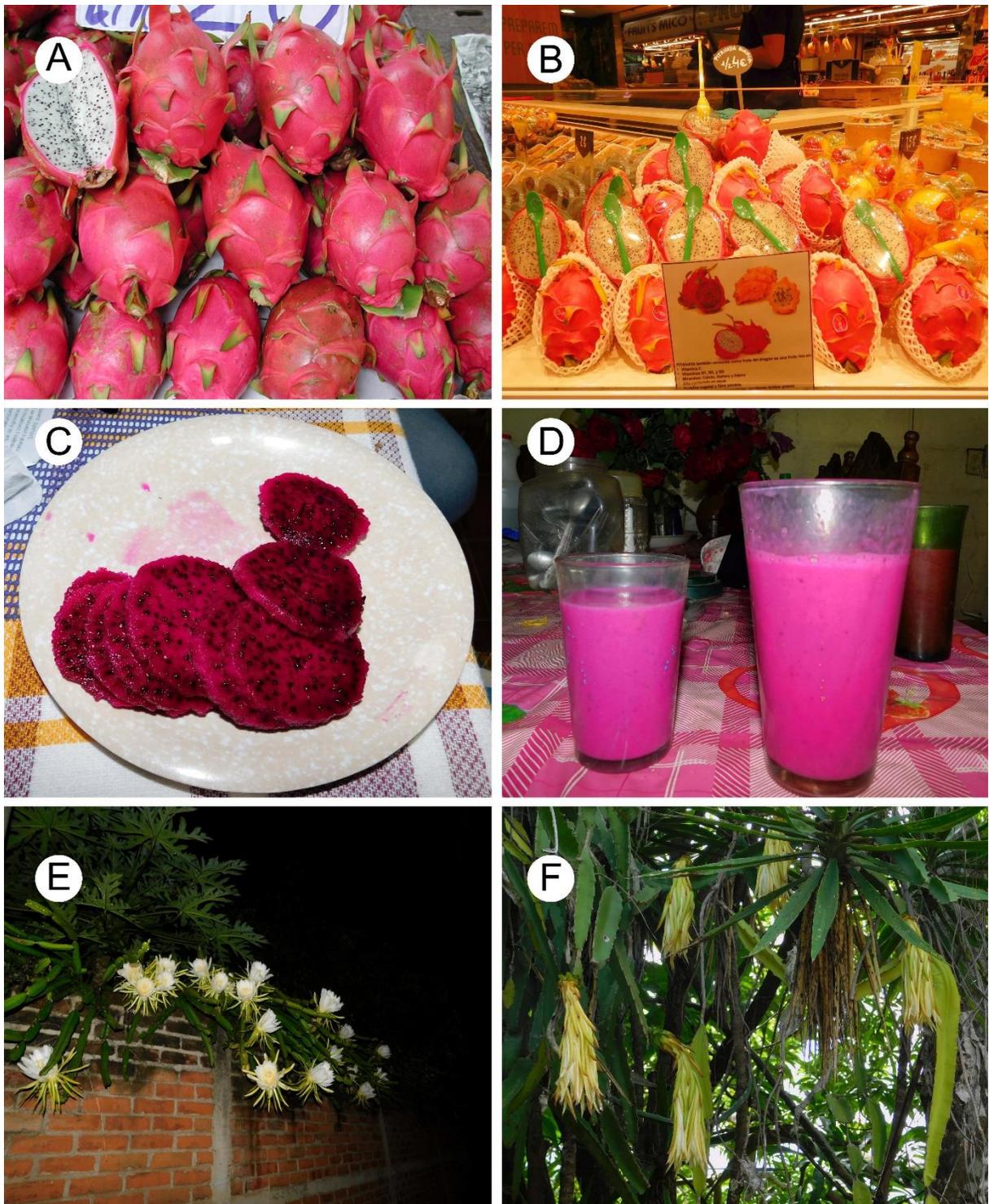


Figura 1. Principales usos de las pitahayas (*Selenicereus* spp.): A. Venta como fruta fresca en Bangkok, Tailandia, en 2006. B. Preparación para el consumo inmediato en el mercado de Boqueria de Barcelona, España, 2019. C. Fruta fresca, sin cascara y preparada para consumo en Metapán, Santa Ana, El Salvador. D. Una bebida (fresco) en Sonsonate, El Salvador. E y F. Uso ornamental de la pitahaya en una pared de jardín y en *Yucca* en un huerto familiar del departamento de Ahuachapán, El Salvador. (Fotografías A y B: H. Vibrans, las demás del autor)

En la zona occidental de El Salvador, el conocimiento se transmitió a través de varios actores (padres, abuelos, cónyuges, amigos), mientras que en el oriente, zona más pobre del país, los padres y abuelos fueron las principales fuentes de conocimiento; la diferencia geográfica fue estadísticamente significativa (Spearman, -0.203*).

La gente aprendió sobre pitahayas a una edad temprana; existe una correlación negativa altamente significativa con la edad (-0.252**), lo que confirma los comentarios de los entrevistados, quienes asociaron la pitahaya con los recuerdos de la infancia. Como era de esperar, también hubo una correlación entre la fase de la vida y la fuente de aprendizaje: de niños, las personas aprendieron de sus padres y abuelos (0.649**); como adultos, tenían varias fuentes. Pero también hubo una correlación entre la forma preferida de consumo y la fase de vida: los adultos prefirieron el consumo como fruta fresca (-0.190*), pero experimentaron con diferentes tipos de consumo cuando eran niños.

Uso medicinal

Un tercio de los entrevistados conocían los usos medicinales de la pitahaya (32.5%; cuadro 1.5) y reportaron el tratamiento de 14 afecciones (12 en humanos, dos en animales) con la planta. La mayoría de los usos estaban relacionados con enfermedades gastrointestinales, como estreñimiento, flatulencia, gastritis o dolor de estómago; los problemas renales estaban en segundo lugar. La mitad de los entrevistados usó la pitahaya para infecciones urinarias (mal de orín) o cálculos renales. La anemia también fue tratada con esta planta.

Cuadro 1.5. Afecciones a la salud en humanos y animales tratadas con pitahaya (*Selenicereus* sp.), n=150.

	Afecciones tratadas	Frecuencia	Porcentaje (%)
0	Sin uso medicinal	101	67.3
1	Problemas estomacales	16	10.7
2	Problemas de los riñones	13	8.7
3	Anemia	6	4.0
4	Facilitar el parto animal	3	2.0
5	Diabetes	2	1.3
6	Artritis	1	0.7
7	Reduce la fiebre	1	0.7
8	Reduce triglicéridos	1	0.7
9	Evita la caída de cabello	1	0.7
10	Cáncer	1	0.7
11	Fertilidad/afrodisiaco	1	0.7
12	Gripe aviar	1	0.7
13	Problemas del hígado	1	0.7
14	Tos	1	0.7
	Total	150	100

Típicamente, los entrevistados usaban la fruta pelada, consumiéndola directamente durante el período de fructificación (mayo-octubre), o el tallo. De un trozo de tallo de unos 20 cm, se quitaron las espinas, se lavó y luego se colocó en agua durante la noche. Al día siguiente el agua se tomó como agua de tiempo. Esto se repitió el tiempo que fuera necesario y el malestar se calmara. Para la gastritis, se extrajo el parénquima y se mezcló con agua y se licuó. El líquido resultante redujo el dolor y las molestias causadas por la enfermedad. Una persona trató la artritis con un pedazo del tallo: le quitó las espinas y cortó el tallo de tal manera que formara una superficie plana; lo calentó sobre brasas, lo dejó enfriar un poco y luego lo amarró a la articulación afectada. Los tallos preparados de la misma manera, pero sin calentar, se amarran en las plantas de los pies para bajar la fiebre.

Uso ornamental

La pitahaya tiene varias estructuras atractivas: sus flores grandes y aromáticas, sus frutas coloridas y sus extraños tallos. Sin embargo, solo pocas personas en El Salvador usaban la planta como ornamental (16, 10.7%, Figura 1.1E-F). La mayoría de estos tenían la planta en su huerto familiar. Pocas personas lo usaron como flor de corte, ya que se marchita rápidamente y no desarrollará el fruto. Tuvimos un informe: una mujer en el noreste del país dijo que, cuando era niña, cortaba la fruta verde y la decoraba con flores de *Plumeria rubra* L., fijadas con espinas al fruto.

Uso cultural

La proporción de informantes que registraron el uso de esta planta en actividades culturales como danza, juegos, rituales, música, religión u otras actividades tradicionales fue aún menor (12 personas); era más referido en actividades infantiles.

Una mujer joven del municipio de Lislique, departamento de La Unión, dijo con una sonrisa: “*Son recuerdos de cuando estábamos niños. Nos gustaba decirle a los primos que comieron pitahaya y después nos reíamos al verlos rojos de los labios*”. Cinco personas en el municipio de Metapán, departamento de Santa Ana, reportaron el uso como lubricante: “*cuando estábamos cipotes (niños) y teníamos unas carretas de madera, cortábamos los tallos de pitahaya, le sacábamos la liga (parénquima) y se lo poníamos a las ruedas, con eso nos movíamos más rápido*”. Las pitahayas aún se usan ocasionalmente como ofrenda durante el

Día de la Independencia, el Día de la Cruz (fiesta de la Santa Cruz, 3 de mayo) u otras festividades. Solamente una persona registró el uso como colorante natural: *“colocaba cerca de 12 pitahayas al fuego, una vez hervía y los frutos se hacían una mezcla se dejaba enfriar y después se le colocaba a la madera la cual se protegía con barniz para evitar su decoloración”*.

Un hombre de mediana edad del municipio y departamento de San Vicente relató una adivinanza: *“En el monte fui nacido, lo que nunca fui sembrado. De blanco me hice verde y de verde colorado: La Pitahaya”*. De igual manera comentó otro dicho que se dice de manera despectiva o de forma vulgar: *“la mujer es como la pitahaya, bonitas de la cara y rojitas de la raya”*.

Selección y preferencia

Casi todas las pitahayas cultivadas en jardines se encontraron en la parte occidental del país. Aquí, algunas personas también distinguieron plantas con menos y espinas pequeñas. Sin embargo, solo el 19.3% (29) de los propietarios de jardines hicieron algún tipo de selección antes de tomar plantas silvestres para sus jardines. De estos 29, los criterios de selección fueron sabor (65.5%), tamaño (20.7%), color (10.3%) y forma de la planta (3.5%). Otros criterios agronómicos que éstos entrevistados también consideraron fueron: su fácil propagación (37.9%), por la forma de la flor y el fruto (34.5%), por no requerir mucho mantenimiento, por su adaptación al terreno y por su producción (6.9%, cada uno), por la venta y la forma de la flor (3.4%) respectivamente. En la parte oriental del país, encontramos solo un huerto casero con plantas cultivadas, por lo que no se cuenta con datos sobre selección para esta región.

La mayoría de las pitahayas cultivadas en huertos familiares tenían pulpa roja (83%). Las frutas rosadas o blancas fueron más dulces en promedio, pero en minoría (8.3% cada una). La mayoría de las poblaciones silvestres (90%) también tenían pulpa de color rojo, encontramos frutos con pulpa de color fucsia en el 10% de las poblaciones, pero no registramos pulpas de color más claro entre los silvestres.

Para el consumo, la mayoría de los entrevistados prefirió frutos dulces (58%), pero una minoría considerable disfrutó de una combinación agridulce (36%). Algunas personas incluso

les gustaba la fruta insípida o sin sabor (3.4%), otros prefirieron los frutos ácidos (1.3%). A la mayoría de los entrevistados les gustaba la pulpa roja (116) para consumo; en segundo lugar la pulpa de color rosado (26), seguida de fucsia (5) y blanca (3). El sabor a menudo fue comparado con el de las fresas o kiwi.

Selenicereus undatus tenía los frutos más dulces; una recolecta tenía 19.66° Brix (Cuadro 1.6A). Esta colecta fue de una planta con pulpa rosa en un huerto en el municipio de Metapán, departamento de Santa Ana; esta planta se había obtenida de bosques cercanos.

Al comparar el contenido de azúcar de la fruta de las poblaciones silvestres con la de los huertos familiares o plantaciones comerciales, observamos un contenido ligeramente mayor en la fruta de los huertos familiares (Cuadro 1.6B). Sin embargo, la diferencia no fue significativa (ANOVA: Pr = 0.23).

Cuadro 1. 6. Contenido de azúcar (°Brix) en frutos de pitahayas (*Selenicereus* spp.) n=33. A. Por especies y B. por su origen de crecimiento.

A Especies	N	Mínimo	Maximo	Promedio	Desviación estándar
<i>S. undatus</i>	19	10	19.66	12.76	± 2.39
<i>S. guatemalensis</i>	11	10	17.16	11.9	± 2.65
<i>Selenicereus</i> sp.1 (cimarrona)	1	14.33	14.33	14.33	-
<i>Selenicereus</i> sp. 2 (orejona)	2	11.16	12	11.58	± 0.59
Total	33				
B Origen	N	Mínimo	Maximo	Promedio	Desviación estándar
Silvestre	19	10	15.5	11.87	± 1.67
Jardín	11	10	19.6	13.44	± 3.32
Plantación comercial	3	11.16	14.33	12.5	± 1.64
Total	33				

Clasificación tradicional

La clasificación empírica de las variedades de pitahaya era local y no estaba bien desarrollada. En el municipio de San Vicente, la gente llamaba a la pitahaya de pulpa roja india y a la de color rosado de clase. En Juayúa, el criterio de clasificación fue el origen (poblaciones silvestre: cimarrona), asociada con la dulzura, mientras que la variedad cultivada de Guatemala, orejona, fue considerada ácida (Cuadro 1.6).

Patrones de preferencia y consumo

En el análisis de coordenadas principales, los dos primeros ejes explicaron aproximadamente el 50% de la variación en el consumo y la selección. La figura 1.2A muestra las dos primeras coordenadas de las preferencias y consumo por localidad.

El patrón general para El Salvador es consumir pitahayas redondas, dulces o agridulces, como fruta fresca o en bebidas. El eje 1 separa claramente los departamentos orientales del país (Usulután, San Miguel y La Unión) en la parte occidental, basados en la forma de consumo (más bebidas) y una indiferencia por la forma y el color en el este. El eje 2 separa algunas áreas centrales (San Salvador y Chalatenango) junto con Sonsonate de la zona occidental, con base a varias personas que prefieren frutas de color fucsia y consumen licuados y sorbetes, del resto del área de occidental (Ahuachapán y Santa Ana) además de otros de la zona central (San Vicente y Cabañas).

Con base en este análisis, proponemos tres patrones para El Salvador, que están relacionados con las características culturales, geográficas y ambientales. La distribución geográfica de estos patrones se muestran en la figura 1.2B:

Patrón 1 (blanco dulce): consumo como fruta, con preferencia por pulpa dulce y de color más claro (Ahuachapán, Santa Ana en el occidente; Cabañas y San Vicente de la zona central del país).

Patrón 2 (sorbete dulce): consumo no solo como fruta sino como sorbete y en licuados; alguna preferencia por el color fucsia, pulpa dulce y fruta redonda (Sonsonate en el occidente, San Salvador y Chalatenango en la capital y cercanías).

Patrón 3 (bebidas): consumo como fruta pero frecuentemente como fresco (agua); preferencia por la pulpa roja y el sabor dulce-ácido o insípido, pero indiferente a la forma (Usulután, San Miguel y La Unión en el oriente y Cuscatlán hacia el centro).

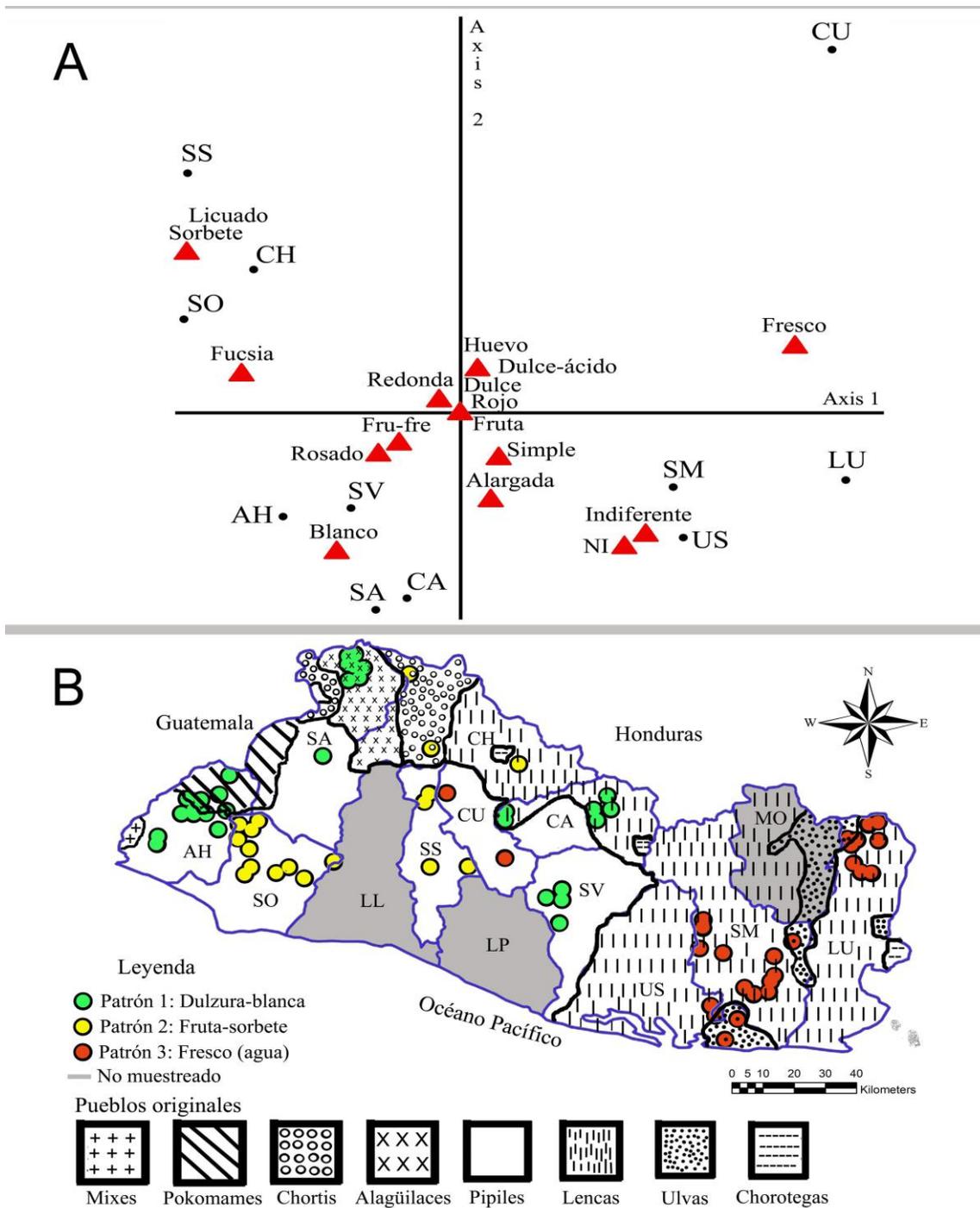


Figura 1. 2. Consumo y preferencia de pitahaya (*Selenicereus* spp.) en El Salvador (AH: Ahuachapán; SA: Santa Ana; SO: Sonsonate; LL: La Libertad; SS: San Salvador; CU: Cuscatlán; CH: Chalatenango; CA: Cabañas; SV: San Vicente; LP: La Paz; US: Usulután; SM: San Miguel; MO: Morazán and LU: La Unión). A. Patrones de consumo y georreferencia de pitahayas (*Selenicereus* sp.) en 11 departamentos de El Salvador, resultado del análisis de Coordenadas Principales, usando el coeficiente de similitud de Jaccard. B. Distribución geográfica de los patrones de consumo y selección de pitahaya (*Selenicereus* sp.) en El Salvador, y su relación con las áreas de ocupación indígena.

El mapa también muestra la distribución histórica de los principales grupos indígenas de El Salvador. Apparentemente, existe cierta concordancia entre las preferencias y formas de consumo, con las áreas de asentamiento original indígena, a pesar de que la identidad indígena casi ha desaparecido del país.

1.6 DISCUSIÓN

Usos

Nuestros datos muestran que el interés en la pitahaya en El Salvador se centra en la fruta, para usos, selección y clasificación. La fruta fresca es el principal modo de consumo, como es el caso en México (Montesinos-Cruz *et al.*, 2015) y en otros lugares. Ambos países también comparten el consumo del tallo joven como verdura, aunque no es muy común.

Alrededor de un tercio de los informantes conocía algunos usos medicinales, aunque la importancia de este uso era relativamente bajo, como en otros países (Mendieta y Rodríguez, 1981; Fuentes, 2005; Rivera *et al.*, 2010). Sin embargo, es antiguo, ya que este uso ha sido documentado desde los Mayas, antes de la colonia (Blanco y Thiagarajan, 2017).

Las propiedades medicinales pueden deberse a los oligosacáridos de la pulpa de *Selenicereus* spp. Estas cadenas de azúcar de tamaño mediano promueven bacterias beneficiosas y protegen contra enfermedades inflamatorias del intestino, así como contra el cáncer de colon (Choo *et al.*, 2016). Algunos experimentos también evaluaron la actividad de los extractos de la cáscara de *S. undatus* y *S. polyrhizus* contra algunas cepas de laboratorio de células cancerosas, y encontraron actividad contra neoplasias mamarias y hepáticas para la segunda especie (Ibrahim *et al.*, 2018). También se ha informado actividad antimicrobiana, debido a betacianinas, ácidos fenólicos, flavonoides, taninos y terpenos (Nurmahani *et al.*, 2012).

Las pitahayas de pulpa roja tienen propiedades antioxidantes (Choo y Yong, 2011), atribuibles a betacianinas y varios flavonoides, como kaempferol, quercetina e isorhamnetina (Ibrahim *et al.*, 2018). Presentan mayor actividad antioxidante que la granada (*Punica granatum* L.), el rambután (*Nephelium lappaceum* L.) o el coco (*Cocos nucifera* L.) (Choo *et al.*, 2016).

Sin embargo, las investigaciones son dispersas y no concluyentes. Sería altamente deseable una mayor exploración del papel de las pitahayas como nutraceuticos, particularmente las de pulpa roja. Además, debe entenderse la variación de estas sustancias entre especies, dentro de

las especies y debido a factores ambientales y el manejo post-cosecha. Los investigadores deberían documentar los usos medicinales tradicionales con más detalle; varias fuentes no indican la enfermedad tratada (Montesinos-Cruz *et al.*, 2015; Castro *et al.*, 2018).

Transmisión de conocimiento, preferencia y clasificación

Como en la mayoría de las sociedades, el conocimiento del consumo se transmitió principalmente dentro de las familias. La mayoría de los informantes adquirieron su conocimiento de sus padres, en contraste con un estudio en Yucatán, México, donde los abuelos fueron la principal fuente de instrucción en la planta (Castro *et al.*, 2018). El interés personal jugó un papel, y las personas experimentaron con plantas que observaron en la vegetación natural. Sin embargo, también observamos un desconocimiento generalizado de la fruta, aunque no tenemos datos cuantitativos; este no fue el objetivo de este trabajo.

El sabor de la fruta, particularmente la dulzura, fue el rasgo más importante para la preferencia y la selección. La mayoría de las frutas tenía un contenido de azúcar similar a las medidas en México (Solís-Martínez, 2014). Sin embargo, una población con pulpa rosada destacó con un contenido de azúcar mucho mayor, similar al jugo de caña. Estos datos contrastan con el contenido relativamente bajo de azúcar de las variedades comerciales actuales, aunque quizás se necesiten más muestreos. Además, las poblaciones silvestres generalmente se cosechan con plena madurez, mientras que las frutas cultivadas comercialmente se cortan antes para prolongar la vida en anaquel (Osuna-Enciso *et al.*, 2011); esto puede influir negativamente en el sabor (Centurión-Yah *et al.*, 2008). Sin embargo, se necesita mucha más investigación, particularmente sobre los componentes ambientales e identificar el momento de aprovechamiento o corte que favorezca el sabor de la fruta.

A los entrevistados les gustó más la pitahaya de pulpa roja. El rojo es también el color de pulpa más común en las poblaciones silvestres de la región. Esta preferencia contrasta con México, donde la mayoría de las poblaciones silvestres y cultivadas tienen pulpa blanca (Meráz-Alvarado *et al.*, 2003), y las pitahayas con pulpa roja son relativamente raras. No sabemos cuál es la causa y cuál el efecto – si las personas les gustaba la pulpa roja y luego la promocionaba en sus poblaciones “silvestres” (a menudo se manejan de una forma u otra) o si la pulpa roja era más común originalmente en poblaciones silvestres, y la gente se acostumbró a ellos.

Este contraste cultural es notable y debe explorarse más a fondo; también tiene consecuencias para el comercio regional de la especie. Le Bellec *et al.* (2006) destacaron que el sabor, el color y la forma de la fruta también son los rasgos que han abierto el nicho en el comercio internacional para la pitahaya. Sin embargo, el sabor no solo depende de las condiciones de crecimiento, sino también de la cosecha y postcosecha (Centurión-Yah *et al.*, 2008; Osuna-Enciso *et al.*, 2011). El sabor y el color de la fruta son el criterio de selección más importante en otras frutas de cactus (Rosales-Bustamante *et al.*, 2009).

El sistema de clasificación de la pitahaya parece estar relativamente poco desarrollado en comparación con algunos otros cactus frutales en México. Estos últimos también emplean el sabor y el color de la pulpa de la fruta como criterios de clasificación primario, por ejemplo, en *Stenocereus* (Casas *et al.*, 2002). Algunas especies particularmente útiles se clasifican empleando más rasgos: tallo, madera, tamaño, forma y color de la fruta, y origen de la planta (manejada in situ o cultivada), por ejemplo, en *Stenocereus pruinosus* (Otto) Buxb. (Rosales-Bustamante *et al.*, 2009; Luna-Morales y Aguirre, 2001).

El análisis estadístico de los patrones de preferencia y consumo muestra una clara diferenciación entre las áreas geográficas de El Salvador. Particularmente la parte oriental del país - con un origen étnico diferente antes de la conquista española - tiene gustos y costumbres diferentes. Estos se conservan a pesar de la pérdida de la lengua materna hace varias generaciones. Sin embargo, algunas diferencias, por ejemplo, la preferencia por los frescos (aguas), puede deberse al hecho de que el oriente es la parte más tropical del país.

1.7 CONCLUSIONES

En El Salvador, las dos especies de pitahayas reconocidas se consumen principalmente como fruta fresca y refresco (agua) de diversos tipos; hay usos menores, particularmente como medicinales, vegetales y adornos. La mayoría de las pitahayas que se consumen localmente se cosechan de plantas silvestres, ya sea en la naturaleza o se trasplantan a huertos familiares. Los principales criterios de selección son el sabor y el color de la pulpa; rasgos externos como la forma y el color juegan un papel menor. Se seleccionan plantas con espinas débiles en una región. La clasificación tradicional es muy incipiente.

Este estudio muestra que las características de las pitahayas disponibles comercialmente no coinciden con las preferencias de la población. Sin embargo, las plantas con los rasgos deseados (pulpa dulce y roja) existen en El Salvador; requieren un poco más de identificación, experimentación y estudio. Este trabajo no debería requerir mucha inversión y es probable que mejore el consumo local de esta fruta atractiva que puede crecer en suelos marginales.

Algunas preferencias varían dentro de la población. Es particularmente notable que los patrones coinciden con las divisiones étnicas y culturales pre-coloniales, a pesar de que la población actual habla español, y no hay una afiliación étnica o indígena clara.

1.8 LITERATURA CITADA

- Blanco, L. & Thiagarajan, T. 2017. Ethno-botanical study of medicinal plants used by the Yucatec Maya in the Northern District of Belize. *International Journal of Herbal Medicine*, 5(4), 33-42.
- Cabrera-Palacios, E. A. 2013. *La estructura Q-40: un templo quemado en la antigua Ciudad de Cihuatán*. Tesis de Licenciatura, Universidad Tecnológica de El Salvador. San Salvador, El Salvador.
- Cardoso-Cevallos, D. C & Vásquez-Ortiz, R. D. 2015. *Estudio de factibilidad para la creación de un bróker asociativo para la exportación de la fruta exótica denominada "pitahaya", a Singapur, con sede en la ciudad de Quito*. Tesis de Ingeniería, Universidad Politécnica Salesiana. Quito, Ecuador.
- Casas, A., Otero-Araiz, A., Pérez-Negrón, E. & Valiente-Banuet, A. 2002. Manejo y domesticación de cactáceas en Mesoamérica. *Zonas Áridas*, 7(1), 73-103.
- Casas, A., Pickersgill, B., Caballero, J. & Valiente-Banuet, A. 1997. Ethnobotany and domestication in xoconochtli, *Stenocereus stellatus* (Cactaceae), in the Tehuacán Valley and la Mixteca Baja, Mexico. *Economic Botany*, 51(3), 279-292.
- Castro, A., Lascrain-Rangel, M., Gómez-Díaz, J. A. & Sosa, V. 2018. Mayan homegardens in decline: The case of the pitahaya (*Hylocereus undatus*), a vine cactus with edible fruit. *Tropical Conservation Science*, 11, 1-10.
- Centurión-Yah, A. R., Solís-Pereira, S., Saucedo-Veloz, C., Báez-Sañudo, R. & Sauri-Duch, E. 2008. Cambios físicos, químicos y sensoriales en frutos de pitahaya (*Hylocereus undatus*) durante su desarrollo. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 31(1), 1-5.

- Cerén López, J. G., Menjívar Cruz, J. E. & Árias Montes, S. 2015. *Diversidad de cactus de El Salvador*. Museo de Historia Natural de El Salvador. San Salvador, El Salvador.
- Choo, W. S. & Yong, W. K. 2011. Antioxidant properties of two species of *Hylocereus* fruits. *Advances in Applied Science Research*, 2(3), 418-425.
- Choo, J. C., Koh, R. Y. & Ling, A. P. K. 2016. Medicinal properties of pitaya: a review. *Spatula DD*, 6(2), 69-76. doi: 10.5455/spatula.20160413015353.
- Fernández de Oviedo, G. 1851. *Historia general y natural de las Indias, Islas y Tierra-Firme del Mar Oceano*. Imprenta de la Real Academia de la Historia. Madrid, España.
- Fuentes, V. R. 2005. Etnobotánica de Cactaceae en Cuba. In: González-Torres, L. R., Palmarola, A. & Rodríguez, A. (eds.) *Memorias del Taller Conservación de Cactus Cubanos*. Jardín Botánico Nacional, Universidad de la Habana. Cuba.
- GAIA-FIAES 2014. Línea base de productos forestales no maderables de la zona de amortiguamiento del Parque Nacional Montecristo, Reserva de Biosfera Transfronteriza Trifinio Fraternidad, El Salvador. Informe de consultoría. No publicado. San Salvador, El Salvador.
- González-Berrios, C. M & González-Acevedo, D.A. 2014. *Comparar los métodos químicos de cloro y salmuera para la conservación de la pitahaya roja, cultivada en el municipio de la Concepción, departamento de Masaya*. Seminario de graduación, Licenciatura en Química Pura. Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua. Managua, Nicaragua.
- Ibrahim, S. R. M., Mohamed, G. A., Khedr, A. I. M., Zayed, M. F. & El-Kholy, A. 2018. Genus *Hylocereus*: beneficial phytochemicals, nutritional importance, and biological relevance-A review. *Journal of Food Biochemistry*, 42(2), 1-29.
- Le Bellec, F., Vaillant, F. & Imbert, E. 2006. Pitahaya (*Hylocereus* spp.): a new fruit crop, a market with a future. *Fruits*, 61(4), 237-250.
- López-Avilés, C. J. & Espinoza-Borges, D. B. 2018. *Caracterización de seis genotipos de pitahaya (Hylocereus undatus Britt. and Rose), rendimiento en fruta e identificación de organismos asociado a la pitahaya, en Masaya*. Tesis Ingeniero Agrónomo, Universidad Nacional Agraria. Managua. Nicaragua.
- Luna-Morales, C. D. C. & Aguirre-R., J. R. 2001. Clasificación tradicional, aprovechamiento y distribución ecológica de la pitaya mixteca en México. *Interciencia*, 26(1), 18-24.

- McCune, B. & Mefford, M. 2011. PC-ORD. *Multivariate analysis of ecological data, Version 6*. MjM Software Design. Glenden Beach, Oregon, USA.
- Mendieta, R. M. & Rodríguez, S. D. A. 1981. *Plantas medicinales del estado de Yucatán*. Intituto Nacional de Investigaciones sobre Recursos Bióticos, Continental. Xalapa. México.
- Meráz-Alvarado, M. D. R., Gómez-Cruz, M. Á. & Schwentesius, R. 2003. Pitahaya de México, producción y comercialización en el contexto internacional. *In: Flores-Valez, C. A. (ed.) Pitayas y pitahayas*. Centro de Investigación Económicas, Sociales y Tecnológicas de la Agroindustria y la Agricultura Mundial, Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo. Texcoco, México. pp. 97-121.
- Monterrey, J., Cerda, B. & Quintero, N. 2014. *Historia del cultivo de la pitahaya (Hylocereus undatus) en la Meseta de los Pueblos, Nicaragua, I parte*. Boletín de Prospección Tecnológica: Fundación para el Desarrollo Tecnológico Agropecuario y Forestal de Nicaragua. Available: <http://www.renida.net.ni/renida/funica/REA01-M778.pdf>. [Accessed julio, 2019].
- Montesinos-Cruz, J. A., Rodríguez-Larramendi, L., Ortiz-Pérez, R., Fonseca-Flores, M. D. L. Á., Ruíz-Herrera, G. & Guevara-Hernández, F. 2015. Pitahaya (*Hylocereus* spp.) un recurso fitogenético con historia y futuro para el trópico seco mexicano. *Cultivos Tropicales*, 36, 67-76.
- Nurmahani, M. M., Osman, A., Abdul Hamid, A., Mohamad Ghazali, F. & Pak Dek, M. S. 2012. Antibacterial property of *Hylocereus polyrhizus* and *Hylocereus undatus* peel extracts. *International Food Research Journal*, 19(1), 77-84.
- Osuna-Enciso, T., Ibarra-Zazueta, M. E., Muy-Rangel, M. D., Valdez-Torres, J. B., Villarreal-Romero, M. & Hernández-Verdugo, S. 2011. Calidad postcosecha de frutos de pitahaya (*Hylocereus undatus* Haw.) cosechados en tres estados de madurez. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 34, 63-72.
- Rivera, G., Bocanegra-García, V. & Monge, A. 2010. Traditional plants as source of functional foods: a review. *CyTA-Journal of Food*, 8(2), 159-167.
- Rosales-Bustamante, E. P., Luna-Morales, C. D. C. & Cruz-León, A. 2009. Clasificación y selección tradicional de pitaya (*Stenocereus pruinosus* (Otto) Buxb.) en Tianguistengo, Oaxaca y variación morfológica de cultivares. *Revista Chapingo. Serie Horticultura*, 15(1), 75-82.
- Solís-Martínez, B. 2014. Polinización y amarre de fruto de pitahaya solferina (*Hylocereus* sp.) en la Mixteca Poblana. Tesis, Maestría en Ciencias, Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo, Texcoco, México.

Velarde Flores, R., Bendezú Caro, A., Huacoto Llanos, C., Oporto Leiva, G., Abad Silva, R. & Hierro Espinoza, G. 2018. Exportación de pitahaya con destino Francia. Proyecto de investigación de Economía y Negocios Internacionales. Universidad Privada del Norte, Lima, Perú.

CAPITULO II. PREFERENCIA ECOLÓGICA Y DISTRIBUCIÓN DE LA PITAHAYA (*Selenicereus*, Hylocereeae, Cactaceae) EN EL SALVADOR

2.1 RESUMEN

Se amplía el conocimiento de la distribución de pitahayas o frutos de dragón en El Salvador (*Selenicereus*, tribu Hylocereeae). Por primera vez se registran los forofitos y sustratos preferidos de las pitahayas en poblaciones silvestres. Durante recorridos múltiples y sistemáticos a nivel nacional en diferentes ecosistemas se georreferenciaron y documentaron todas las poblaciones de pitahaya visibles desde las carreteras. Adicionalmente, se buscaron poblaciones en vegetación más conservada y lejos de la infraestructura con la ayuda de guías e informantes locales. Se documentaron un total de 683 poblaciones. Para identificar la vegetación preferida por las pitahayas, los registros se proyectaron sobre un mapa digital de vegetación, correspondiente con la capa de vegetación MARN (2004). Nuestros resultados ratifican la presencia de dos especies de pitahayas registradas previamente (*Selenicereus undatus* (Haw.) D.R. Hunt y *Selenicereus guatemalensis* (Eichlam ex Weingart) D.R. Hunt). La pitahaya amarilla (*Selenicereus megalanthus* (K. Schum. ex Vaupel) Moran) entró en cultivo recientemente, pero no cuenta con poblaciones silvestres. Dos poblaciones adicionales no pudieron ser asignadas a estas especies: una silvestre con distribución restringida hacia el occidente del país y un cultivar con varios clones (orejona, cebra, lisa, rosa). El noroccidente del país fue la región donde se registraron el mayor número de poblaciones de pitahayas; los registros disminuyeron claramente hacia el oriente. Las pitahayas se encontraron entre 5 - 1531 m s.n.m., asociadas comúnmente con relictos de vegetación en los márgenes de agrocultivos, márgenes de calles, bosques secundarios, tropical seco y cafetales. Se registraron 91 especies de forofitos y cinco sustratos. Las pitahayas tenían una preferencia por especies de la familia Fabaceae (*Enterolobium cyclocarpum* (Jacq.) Griseb.; *Samanea saman* (Jacq.) Merr.), y el sustrato no vegetal más frecuente fue sobre roca. Ambas especies compartieron los tipos de vegetación donde crecían y no se observó un patrón de preferencia. Solo las poblaciones silvestres morfológicamente distintas (*Selenicereus* sp. 1) estaban restringidas a bosques húmedos perennifolios en asociación con cultivos de café, a menudo sobre rocas, a elevaciones ligeramente mayores.

Palabras clave: Distribución, El Salvador, forofito, pitahaya, *Selenicereus*, vegetación.

CHAPTER II. ECOLOGICAL PREFERENCES AND DISTRIBUTION OF THE PITAHAYA (*Selenicereus*, Hylocereeae, Cactaceae) IN EL SALVADOR

2.2 ABSTRACT

This study broadens the knowledge of pitahaya or dragon fruit distribution in El Salvador (*Selenicereus*, tribe Hylocereeae). It reports for the first time on the preferred phorophytes and substrates of wild populations of pitahayas. During systematic and multiple field surveys at a national level and in different ecosystems, all pitahaya populations visible from roads were georeferenced and documented. Additionally, populations in more conserved vegetation further away from infrastructure were searched for with the help of local guides and informants. We recorded a total of 683 populations. To identify the vegetation preferred by these plants, these records were projected on a digital vegetation map, the MARN vegetation layer (2004). Our results confirm the presence of two previously recorded pitahaya species (*Selenicereus undatus* (Haw.) D.R. Hunt and *Selenicereus guatemalensis* (Eichlam ex Weingart) D.R. Hunt). There is some recent cultivation of the yellow pitahaya (*Selenicereus megalanthus* (K. Schum. ex Vaupel) Moran, but no wild populations. Two additional populations could not be assigned to these species: one was a wild growing population with a restricted distribution towards the west of the country and one a cultivar with several clones (orejona, zebra, smooth, pink). The northwestern part of the country had the highest number of pitahaya populations, with a clear decrease in records towards the east. Pitahayas were recorded from 5 to 1531 meters above sea level. They were commonly associated with relics of natural vegetation on field margins, roadsides, secondary and tropical dry forests, and coffee plantations. Ninety-one phorophyte species and five substrates were recorded. Pitahayas had a preference for species of the Fabaceae family (*Enterolobium cyclocarpum* (Jacq.) Griseb.; *Samanea samanea* (Jacq.) Merr.), and the most frequent non-plant substrate were rocks. Both species shared the vegetation types they grew in and no pattern of preference was observed. Only the morphologically distinct wild populations (*Selenicereus* sp. 1) were restricted to perennial humid forests in association with coffee crops, often on rocks, at somewhat higher elevations.

Key words: Distribution, El Salvador, phorophyte, pitahaya, *Selenicereus*, vegetation.

2.3 INTRODUCCIÓN

Las pitahayas registran una amplia distribución en el continente americano y han colonizado diferentes formaciones vegetales. Anteriormente, se agruparon en un género propio, *Hylocereus*, con 14 especies, caracterizado por sus frutos inermes. Un estudio reciente de Korotkova *et al.* (2017) mostró que este grupo es parte del género *Selenicereus*, y ahora las pitahayas se ubican en una sección. *Selenicereus undatus* es ampliamente distribuida y cultivada, y sus frutos se han posicionado en los últimos años en el mercado internacional como fruta del dragón.

En la región mesoamericana, Nicaragua y Costa Rica cuentan con Floras modernas (incluyendo Cactaceae). Guatemala ha documentado la diversidad de esta familia con un buen esfuerzo de muestreo (Arias y Véliz, 2006). Actualmente Honduras inició trabajos por documentar sus especies. En el resto de los países donde se distribuyen naturalmente las pitahayas (*Selenicereus*) aún existen vacíos de información. La secc. *Hylocereus* (*Selenicereus*), como la mayoría de miembros de la familia Cactaceae ha sido poco documentada; los registros en los herbarios de la región son escasos. Probablemente se deba a la dificultad en el manejo y secado de las muestras, además, a lo efímero de sus flores.

Las cuatro especies de México se registran en 21 estados con dos patrones de preferencia: *Selenicereus ocamponis* (Salm-Dyck) D.R. Hunt y *S. purpusii* (Weing.) S. Arias & N. Korotkova son frecuentes en bosques tropicales caducifolios y bosques de pino-roble, con clara tendencia hacia el occidente. En contraste, *S. undatus* habita bosques tropicales perennifolios, bosques tropicales caducifolios y bosques tropicales subcaducifolios en el centro y sureste, mientras *S. aff. escuintlensis* (Kimmach) D.R. Hunt se encuentra en bosques tropicales perennifolios y bosques tropicales caducifolios, pero solamente en Chiapas (García-Rubio *et al.*, 2015).

Existen reportes preliminares sobre la distribución y preferencia ecológica de las pitahayas en El Salvador (Cerén López *et al.*, 2015). *S. guatemalensis* y *S. undatus* están presentes y parecen compartir hábitat (bosque seco tropical, húmedo tropical y subtropical, bosques de transición a tropical), pero dicho estudio no abarcó todo el territorio ni exploró todas las formaciones vegetales.

Este estudio amplía el conocimiento de la distribución y caracterización de las dos especies de pitahayas registradas en El Salvador (Cerén López *et al.*, 2015) con exploraciones a nivel nacional, registro de las poblaciones observadas durante los traslados y visitas a los caseríos y cantones de los diferentes departamentos. Se documentó la presencia de poblaciones morfológicamente diferentes a las dos conocidas, además se registraron las especies de forofitos o sustratos donde se encuentran. El estudio de los forofitos aporta información para los futuros cultivos de pitahayas, dado que ellos se pueden emplear como tutores.

2.4 MATERIALES Y MÉTODOS

2.4.1 Área de estudio

El estudio incluyó los 14 departamentos de El Salvador, que se localiza entre 13.2° a 14.4° N y 87.7° a 90.1° W. Tiene costa solamente hacia el Océano Pacífico, al norte colinda con Honduras y al oeste con Guatemala. Las condiciones térmicas son similares durante todo el año con temperaturas entre 24.8° a 32.0 °C, la precipitación media anual es de 1823 mm. Se observan dos estaciones climáticas: época seca (noviembre-abril) y lluviosa (mayo-octubre).

Existen siete sistemas de cordilleras principales: Apaneca-Ilamatepec, Alotepeque-Metapán, El Bálsamo, Nahuaterique, Cacahuatique-Corobán, Jucuarán-Intipuca y la Sierra de Tecapa-Chinameca. El intervalo altitudinal es entre 0 y 2700 m s.n.m.; este punto más alto se encuentra compartido entre Honduras y El Salvador en el cerro El Pital (Martínez *et al.*, 2003).

2.4.2 Recolección de la información

Durante los recorridos a cada uno de las regiones de muestreo (Figura 2.1) seleccionadas y descritas en el capítulo dos, se registró y georreferenció cada población de pitahaya, con un Garmin etrex. Los forofitos y especies de pitahaya se identificaron con claves taxonómicas nacionales y regionales. Se tomaron fotografías del forofito, pitahaya y hábitat. En caso de estar fértil se recolectaron hasta cuatro duplicados para ejemplares de herbario; la variación morfológica del tallo, flor y fruto se registró en fresco. Varias muestras por localidad también se recolectaron como esqueje para documentar la variabilidad a través de plantas vivas en el jardín del Museo de Historia Natural de El Salvador.

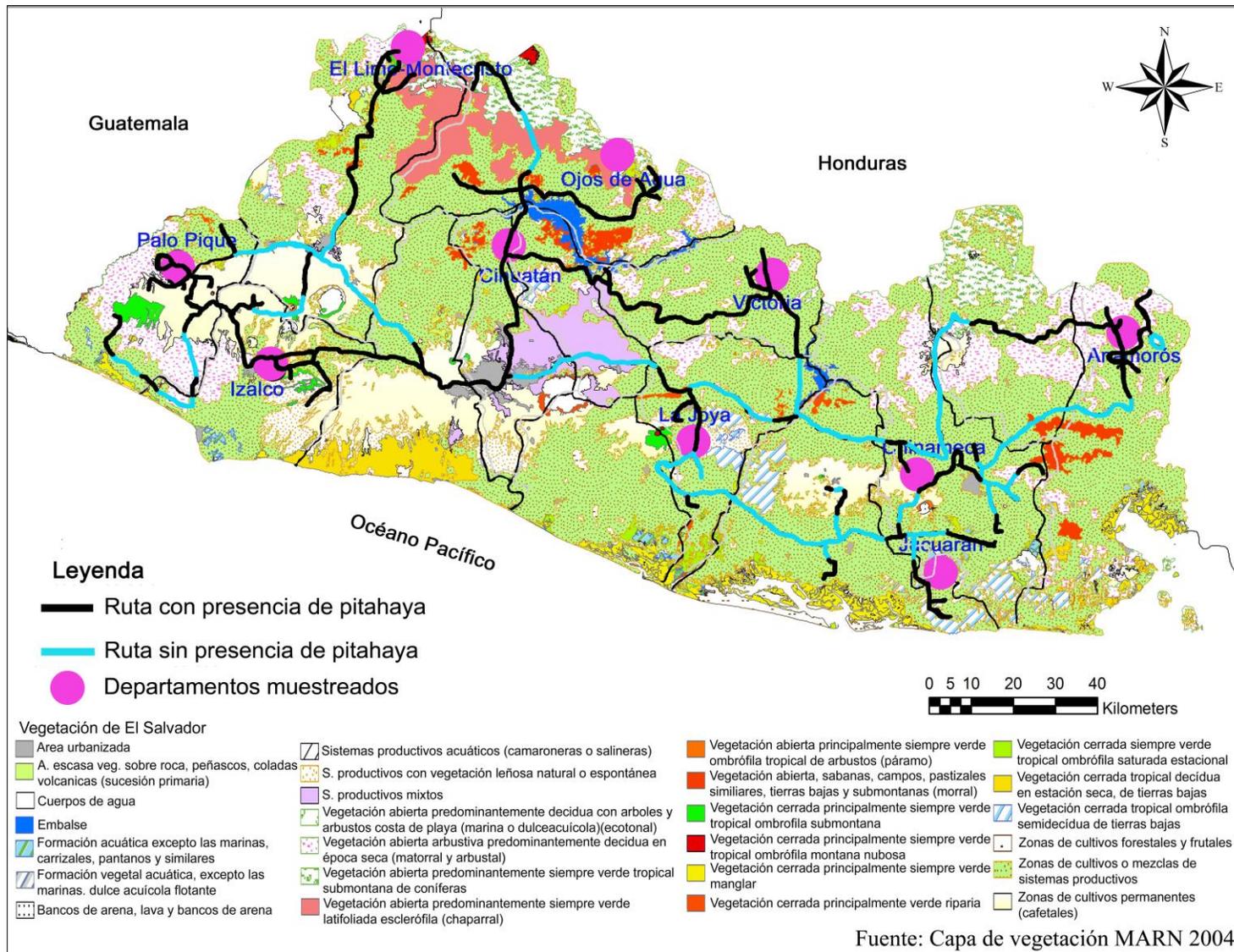


Figura 2. 1. Rutas y localidades con presencia (línea negra) y ausencia (línea celeste) de pitahaya (*Selenicereus* spp.), mayo-agosto en El Salvador.

Para la descripción taxonómica de las especies se emplearon 70 ejemplares observados en campo y colectados. Se usaron los siguientes descriptores (Cuadro 2.1) basados en estudios previos (Solís Martínez, 2014; López Avilés y Espinoza Borges, 2018) que probaron la idoneidad para caracterizar morfológicamente a las pitahayas.

Cuadro 2. 1. Descriptores para las especies de pitahayas (*Selenicereus* spp.) en El Salvador.

Parte de la planta	Descriptor	Tipo de medición	
		Descripción, escala	Tipo
Filocladios (maduro)	Tamaño	Longitud, con cinta métrica (cm)	Cuantitativo
	Distancia entre areola	Espacio entre ellas, medido con regla milimetrada (cm)	Cuantitativo
	Altura de costillas	Cada costilla se midió con regla milimetrada (cm)	Cuantitativo
	# de espinas y longitud	Se contabilizaron las espinas por areola y se midió la longitud con vernier digital (mm)	Cuantitativo
	Color de las espinas	Se anotó la variación de color de café opaco, café hueso, café claro, café a café oscuro	Cualitativo
	Presencia de cera	Se anotó la presencia o ausencia de cera blanquecina visible en el tallo (presente, ausente)	Cualitativo
	Margen de las costillas	Se anotó la forma del margen: cóncava, convexa, recta y la presencia de tejido cornificado	Cualitativo
Flores	Longitud de las flores	El tamaño total se midió desde la base hasta el ápice de los tépalos con regla (cm)	Cuantitativo
	Forma y color rojo en brácteas de pericarpelo y tubo	Se anotó la forma de las brácteas: lanceolado, linear, oblongo El color rojizo se anotó como ausente, presente y la ubicación de la coloración: en el margen, en bandas, en ápice	Cualitativo
	Forma y color de tépalos externos e internos	Se clasificó la forma en lanceolado, linear, oblongo. El color se documentó entre verde, amarillento, blanco amarillento, blanco	Cualitativo
	Grosor del estilo en parte media	Se midió con el vernier digital (mm)	Cuantitativo
	# de lóbulos del estigma	Se contó la cantidad de lóbulos	Cuantitativo
	Color de estigma	Se anotó el color entre crema, amarillo cremoso, verde limón	Cualitativo
	Forma del ovario en corte longitudinal	En corte transversal se anotó la forma observada: redonda, elíptica	Cualitativo
Fruto	Color del pericarpelo	Se anotó el color: amarillo, verde, rosa fuerte, rojo	Cualitativo
	Color de la pulpa	La variación de color se anotó entre blanco, rosa tenue, rosa, rojo	Cualitativo
	Largo	Con un vernier digital se midió el fruto desde la base al ápice del pericarpelo (sin brácteas) (cm)	Cuantitativo
	Ancho	La zona ecuatorial del fruto se midió con vernier digital (cm)	Cuantitativo

Los 683 registros obtenidos en campo y datos de herbario, se proyectaron en la capa de vegetación de El Salvador (MARN, 2004). Con la ayuda del programa Arc Map 10.1 (ESRI, 2010) se integraron los puntos de registro de las pitahayas. Enseguida, se analizó la frecuencia y preferencia por tipo de vegetación para cada especie identificada, y se elaboraron figuras de distribución para cada especie.

2.5 RESULTADOS

Durante los recorridos (Figura 2.1), se registraron e identificaron dos especies de pitahaya: *Selenicereus undatus* (Haw.) D.R. Hunt (388 localidades) y *Selenicereus guatemalensis* (Eichlam ex Weing.) D.R. Hunt (266 localidades). La forma silvestre llamada localmente cimarrona (11 localidades) y la forma cultivar orejona (18 localidades) se identificaron hasta género (*Selenicereus* sp.), debido a diferencias morfológicas en el margen del tallo, cantidad de espinas por areola, consistencia y tamaño de la flor. La base de datos incluyó localidades observadas y datos de especímenes del herbario MHES del Museo de Historia Natural de El Salvador. De las recolectadas en este estudio, 639 fueron de plantas silvestres y 44 se encontraban bajo alguna forma de manejo o cultivo en huertos caseros o cultivo comercial (Cuadro 2.2).

Cuadro 2. 2. Localidades registradas por departamento de pitahaya (*Selenicereus* spp.).

Departamento	Frecuencia		Porcentaje
	Silvestre	Manejadas	
Santa Ana	150	7	23.0
Chalatenango	140	0	20.5
Ahuachapán	66	13	11.6
Cabañas	74	3	11.3
La Unión	58	1	8.6
San Salvador	43	2	6.6
San Vicente	26	1	4.0
Usulután	18	6	3.5
Sonsonate	16	6	3.2
La Libertad	15	4	2.8
San Miguel	14	0	2.0
Cuscatlán	10	1	1.6
Morazán	7	0	1.0
La Paz	2	0	0.3
Total	639	44	100

El cuadro 2.2 y la figura 2.3 muestran que la mayor cantidad de localidades se ubicaron en la zona nor-occidental del país, cercano con Guatemala y con Honduras en la zona sur del corredor seco centroamericano. Hacia la zona sur-oriental de El Salvador disminuyó la observación de poblaciones de pitahayas. En la zona central se observó una cantidad promedio de estas plantas. El cultivo de las pitahayas fue más frecuente en la zona occidental (Ahuachapán, Santa Ana y Sonsonate).

En los recorridos se registraron 91 forofitos y 8 sustratos de la pitahaya (anexo 2). El cuadro 2.3 muestra los 17 principales forofitos y tres sustratos preferidos. Se registró con mayor frecuencia en conacaste (*Enterolobium cyclocarpum* (Jacq.) Griseb.), y árbol de zorra, zorro o carrito (*Samanea saman* (Jacq.) Merr.). En general se observó que las pitahayas crecen sobre arboles adultos y maduros que soporten el peso y que tienen una peridermis gruesa y rugosa, además de que están asociados con áreas perturbadas y/o cultivos.

Cuadro 2. 3. Principales forofitos y sustratos donde se registró la pitahaya (*Selenicereus* spp.).

No	Nombre común	Nombre científico	Frecuencia	Porcentaje
1	Conacaste	<i>Enterolobium cyclocarpum</i> (Jacq.) Griseb.	109	15.96
2	Zorra	<i>Samanea saman</i> (Jacq.) Merr.	71	10.40
3	Sobre roca	-	57	8.35
4	Amate	<i>Ficus</i> sp.	31	4.54
5	Morro (C. alata)	<i>Crescentia alata</i> Kunth	26	3.81
6	Ceiba	<i>Ceiba pentandra</i> (L.) Gaertn.	23	3.37
7	Almendro de río	<i>Andira inermis</i> (W. Wright) Kunth ex DC.	22	3.22
8	Cebito o tigüilote	<i>Cordia dentata</i> Poir.	19	2.78
9	Madrecacao	<i>Gliricidia sepium</i> (Jacq.) Kunth ex Walp.	19	2.78
10	Muro de casa	-	17	2.49
11	Izote	<i>Yucca guatemalensis</i> Baker	16	2.34
12	Árbol seco	-	11	1.61
13	Laurel	<i>Cordia alliodora</i> (Ruiz & Pav.) Oken	11	1.61
14	Flor de Mayo	<i>Plumeria rubra</i> L.	10	1.46
15	Güiligüiste	<i>Karwinskia calderonii</i> Standl.	10	1.46
16	Conacaste blanco	<i>Albizia adinocephala</i> (Donn. Sm.) Britton & Rose ex Record	9	1.32
17	Copinol	<i>Hymenaea courbaril</i> L.	9	1.32
18	Jiote	<i>Bursera simaruba</i> (L.) Sarg.	9	1.32
19	Nacascolo	<i>Caesalpinia coriaria</i> (Jacq.) Willd.	9	1.32
20	Aceituno	<i>Simarouba glauca</i> DC.	8	1.17

Selenicereus undatus se presentó desde los 5 a 1214 m s.n.m., *S. guatemalensis* se observó en prácticamente el mismo intervalo, desde los 10 a 1216 m s.n.m. Ambas se encontraron en condiciones ecológicas similares, con temperatura promedio anual entre (12.3) 23.8-24.2 (37) °C, con precipitaciones de (478) 730-888 (1025.6) mm anuales. La forma cimarrona (*Selenicereus* sp.) se encontró a elevaciones superiores, restringida entre 906 a 1531 m s.n.m., con temperaturas entre (12) 15-27 (28) °C, con un régimen de lluvia anual promedio entre 2000-2218 mm. El cultivar orejona (*Selenicereus* sp.) se encontró entre 19 a 1430 m s.n.m. (Figura 2.2).

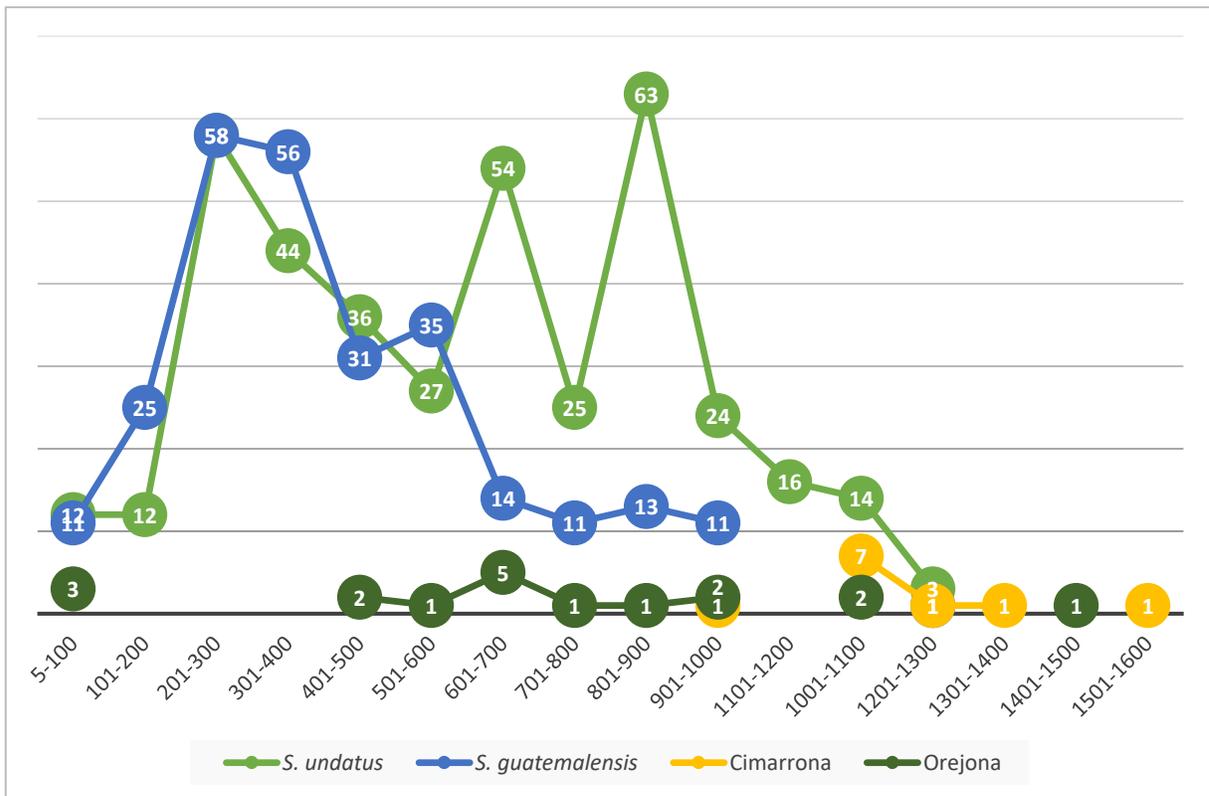


Figura 2. 2. Registro de poblaciones de pitahayas (*Selenicereus* spp.) por intervalo altitudinal (eje X) y frecuencia (eje Y) en El Salvador.

Las dos especies de pitahayas identificadas se distribuyen en formaciones vegetales similares. En particular, la forma cimarrona (Figura 2.3, puntos rojos) que se encontró en el occidente del país entre los departamentos de Ahuachapán y Sonsonate; en contraste los cultivares: orejona, cebrá, lisa y rosa se localizan principalmente en el centro-occidente del país (Figura 2.3, triángulo amarillo).

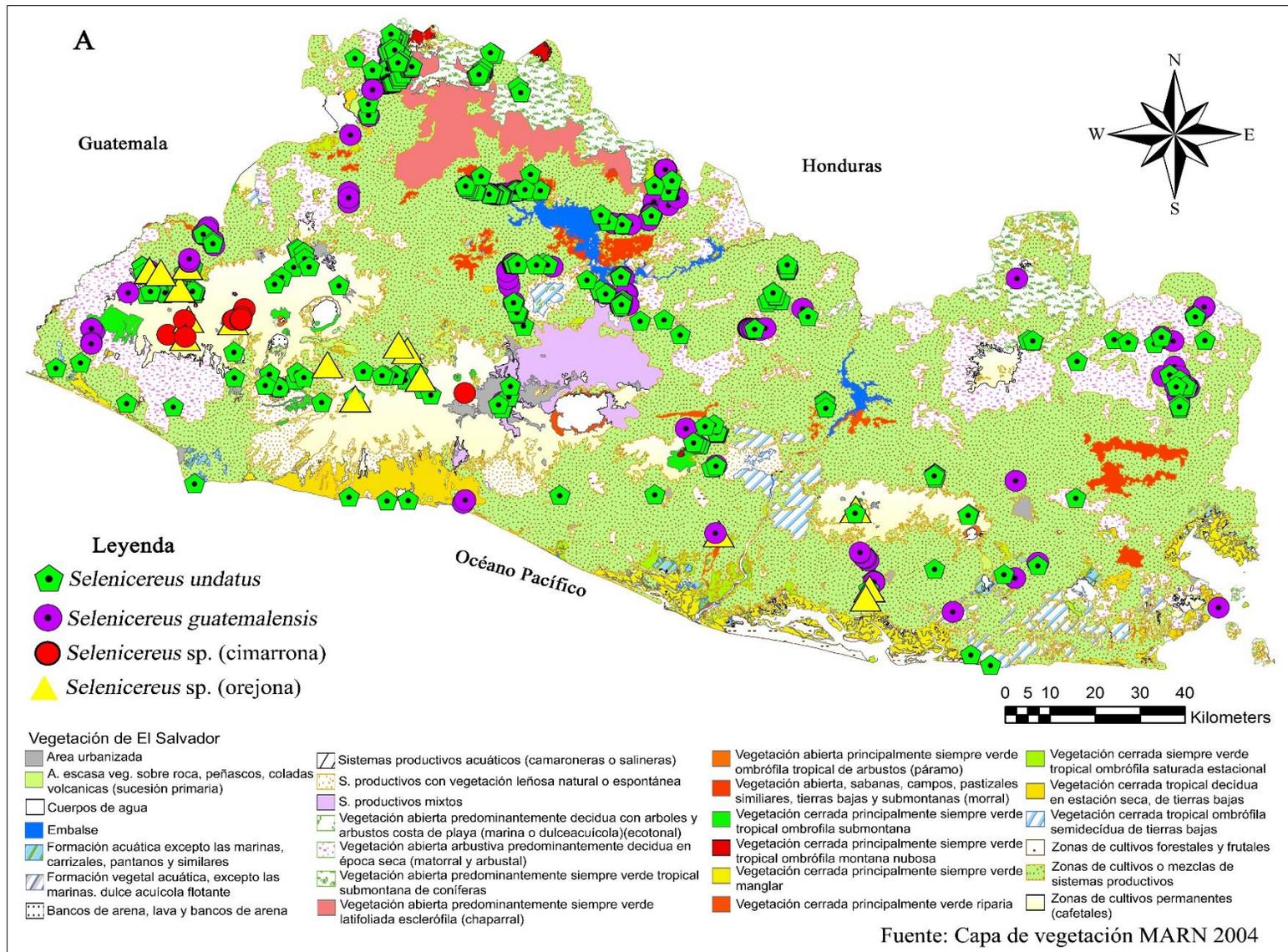


Figura 2. 3. Distribución de las pitahayas (*Selenicereus* spp.), en El Salvador en la capa de vegetación MARN 2004.

De las poblaciones observadas de *S. undatus* (Cuadro 2.2), el 46.7% se encontró en cercas vivas y árboles dispersos asociados a zonas de cultivo o mezclas de sistemas productivos. El 17.4% se registró en vegetación predominantemente siempre verde latifoliada esclerófila (chaparral). El 12.7% estaban asociadas a una vegetación abierta arbustiva predominantemente decidua en época seca (matorral y arbustal). El 8.0% se encontró en zonas de cultivos perennes (cafetales). Un 6.9% se observó en vegetación cerrada, principalmente siempre verde tropical umbrófila submontana. Se registró un 6.9% en la vegetación arbórea de las ciudades, principalmente en la ciudad capital San Salvador. Los tipos de vegetación menos frecuente fueron: vegetación abierta predominantemente siempre verde tropical submontana de coníferas (3.3%), vegetación cerrada tropical decidua en estación seca de tierras bajas (2.5%), sobre vegetación abierta, sabanas, campos y pastizales similares de tierras bajas y submontanas, morrales con especies de *Crescentia* spp. (Figura 2.4), *Mimosa* spp., *Albizia* spp., entre otras (1.9%) y en vegetación cerrada tropical umbrófila semidecidua de tierras bajas (0.8%).

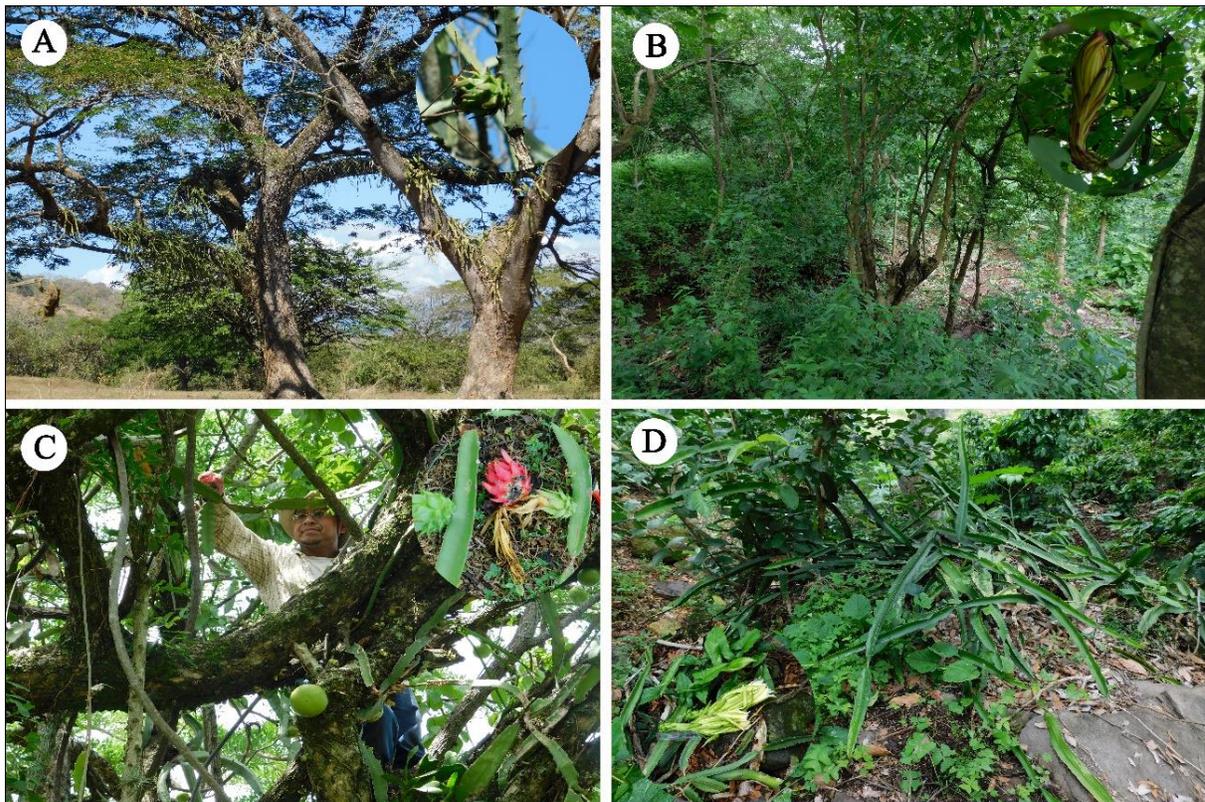


Figura 2. 4. Formaciones vegetales preferidas por las pitahayas (*Selenicereus* spp.). A. Zonas de cultivo o mezclas de sistemas productivos. B. Arbustiva decidua. C. Morrales. D. Cafetales.

En *S. guatemalensis*, al igual que la especie anterior, el mayor registro se tuvo en los remanentes de vegetación asociadas a cercas y árboles dispersos en zonas de cultivos o mezclas de sistemas productivos (53.9%). Se observó el 14.3% en vegetación abierta arbustiva predominantemente decidua en época seca (matorral y arbustal), la formación vegetal natural cerrada principalmente siempre verde tropical umbrófila submontana fue preferida por el 11.4%. Estas pitahayas prefieren en un 9.0% a una vegetación abierta predominantemente siempre verde tropical submontana de coníferas, cerca del 7.3% se encontró asociada a sistemas productivos mixtos, de igual manera se registró el 4.1% en vegetación abierta predominantemente siempre verde latifoliada esclerófila (chaparral), en menor frecuencia se observó en vegetación cerrada tropical decidua en estación seca de tierras bajas (2.9%), asociada a zonas de cafetales (2.9%). En áreas urbanas el 1.6%, y en vegetación abierta, sabanas, campos y pastizales similares de tierras bajas y submontanas (morral) solo se encontró el 1.2% respectivamente.

La forma silvestre cimarrona (*Selenicereus* sp.) se registró asociada a rocas y árboles de sombra en zonas de cafetales y quebradas asociadas. El cultivar orejona (*Selenicereus* sp.) se encontró en zonas de cultivos de cafetales y asociadas entre cultivo o mezclas de sistemas productivos.

Descripción de las especies registradas de pitahayas (*Selenicereus* spp.)

Los especímenes recolectados y las fotografías fueron la base para describir cada una de las especies, así como las dos morfo especies. Éstas se identificaron solo hasta género, dadas a sus diferencias en tallo, areola y flor, mientras se analizan y comparan estructuras con mayor detenimiento.

1. *Selenicereus undatus* (Haw.) D.R. Hunt

Cereus tricostatus Rol.-Goss.; *Cereus undatus* Haw.; *Hylocereus tricostatus* (Rol.-Goss.) Britton & Rose; *Hylocereus undatus* (Haw.) Britton & Rose (Figura 2.5).

Silvestre, tolerada o cultivada. Trepadora, 6-7 m; ramas 1-2 m de largo, 2.5-6 cm de ancho, verde a verde oscuro, cera visible, ausente o poca, 3 costillas (a veces plano o con más costillas cuando joven) de 1.2-3.3 cm de alto, margen crenado u ondulado, cornificado totalmente o inicia entre 0.5-1.5 cm después de la areola, podarios 2-10 mm, inclinados, cada

constricción separada entre sí de 1 m o más. Areolas distantes entre sí de 1.5-6.3 cm; espinas 3-7, 1-6 mm, cónicas, las pequeñas aciculares, a veces curvas, café-amarillenta a grises. Flores (25)26-30(32) cm, infundibuliformes; pericarpelo 4-5 x 3-3.5 cm, brácteas 0.7-3.8 x 0.5-1.6 cm, deltoides las basales y las superiores largamente deltoides, verdes con el margen y ápice rojizo; tubo receptacular 15-17 cm, brácteas 6.0-7.0 x 0.8-1.5 cm, linear-lanceoladas, verde o verde-amarillento con margen rojizo, ápice revoluto y rojizo; tépalos externos 9-12.5 x 0.9-1.3 cm, linear lanceolados, verde claro a verde amarillento con el margen y ápice rojizo; tépalos internos 11-13 x 1.5-2.8 cm, linear lanceolados, blancos; nectario 3-5 cm; estambres 8-11 cm, filamentos blanco-amarillento, anteras 3-5 mm, amarillentas; estilo 24-28 cm, blanco amarillento, lobos del estigma 15-18, verde claro a amarillento. Frutos (5)6-9(11) x (5)6-7(9) cm, pericarpo rosado a rojo, brácteas 2-4 x 1.5-3 cm, las basales ampliamente deltoides, las apicales ovado-lanceolado, rojo a verdes en el ápice, pulpa roja a rosada.

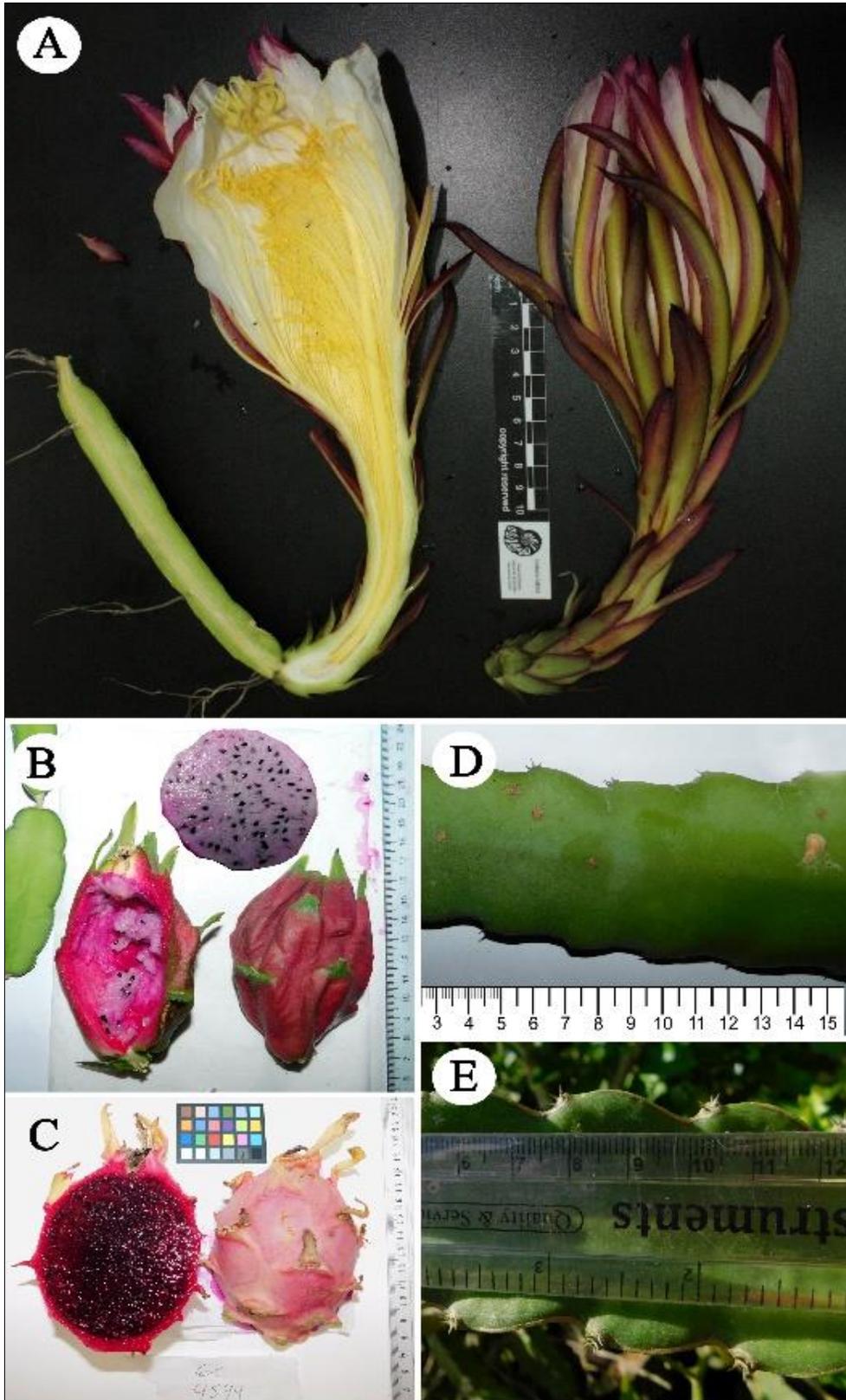


Figura 2. 5. Morfología de *Selenicereus undatus*. A) Sección longitudinal de la flor y variante de tallo. B y C) Sección del fruto, variante de pulpa y fragmento de tallo. D y E) Variación del margen del tallo.

2. *Selenicereus guatemalensis* (Eichlam ex Weing.) D.R. Hunt

Cereus guatemalensis (Eichlam ex Weing.) A. Berger; *Cereus trigonus* var. *guatemalensis* Eichlam ex Weing.; *Hylocereus guatemalensis* (Eichlam ex Weing.) Britton & Rose (Figura 2.6).

Silvestre o tolerada. Trepadora, 5-6 m; ramas 0.6-3 m de largo, 3-4.4 (5.0) cm de ancho, verde glauca a verde, con cera, 3 costillas de (0.5)1.5-2(2.5) cm de alto, con el margen cornificado o con 5 mm sin cornificación antes de la areola, generalmente recto, dentado o forma ondulaciones agudas en forma de U, cada constricción separada entre sí entre 1.5 m o más. Areolas distantes entre sí entre 1.5-4.6 cm, insertadas en el ápice de los podarios o sobresaliendo 1-4 mm; espinas 2-6, de 0.5-5 mm, cónicas, pardas, grises a café oscuras. Flores de 24-32 cm, infundibuliformes; pericarpelo 3.1-3.5 x 2.5-3.0 cm, brácteas 0.5-4.5 x 0.5-1.8 cm, deltoides, las basales más cortas, margen entero, ápice agudo, adpresas, verdes, en algunas con margen rojizo; tubo receptacular de 14-16 cm, 1.5-2.0 cm de ancho en la base, de 3-4 cm de ancho en la garganta, brácteas de 3-9 x 0.7-1.5 cm, lanceoladas, verde a amarillentas con margen y ápice rojizos; tépalos externos 7.5-15 x 0.7-1.5 cm, lanceolados, verde claro a blanco amarillento, ápice rojizo; tépalos internos 10-13 x 0.8-3.5 cm, lanceolados, blancos; estambres 7-9 cm, filamentos blancos, anteras 2-5 mm, amarillentas; estilo de 15-23 cm, blanco amarillento, 15-22 lobos, verde limón a amarillo claro. Frutos (6)8-11(12.5) x (4)6-7(9) cm, globoso a ovoide, pericarpelo rosado a rojo, brácteas 1.3-3 x 0.7-2.5 cm, anchos en la base, deltoides, ápice verde ocasionalmente, pulpa blanca, rosada o roja.

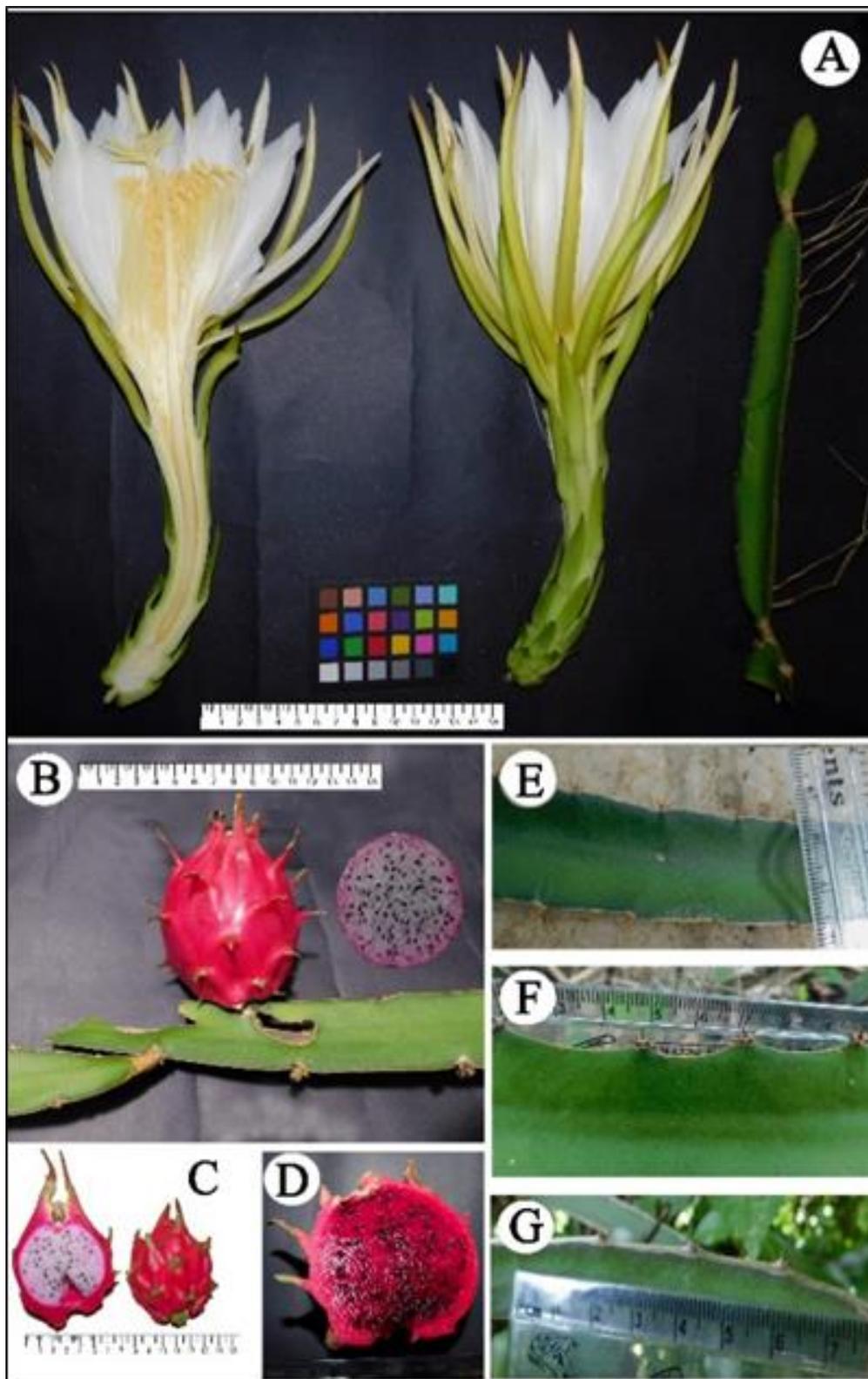


Figura 2. 6. Morfología de *Selenicereus guatemalensis*. A) Sección longitudinal de la flor y fragmento de tallo. B) Fruto, pulpa y variante del tallo. C y D) variación en color de pulpa. E-G) Variación del margen del tallo.

Selenicereus sp. 1 (cimarrona, Figura 2.7)

Silvestre, ocasionalmente cultivada. Trepadora, 3-4 m; ramas 4-5 cm de ancho, constricciones 4-40 cm de largo, verde oscuro, sin cera visible, 3 costillas, 1.5-2.5(3.0) cm de alto, margen crenado a lobado, cornificado, podarios sobresalen 10-15 mm, inclinados. Areolas en la base del seno, distantes entre sí de (1.5)2-4(5) cm; espinas 1-2(3), 1-3 mm, cónica a linear, grisáceas. Flores 30-35 cm, infundibuliforme; pericarpelo (5)4 x 3(4) cm, brácteas 1.2-3 x 1.2-1.5 cm, deltoides a largamente deltoides, verde-limón, carnosas; tubo receptacular 10-12 cm, brácteas 5-13 x 1.2-1.4 cm, linear lanceolados, verde-limón, margen levemente rojizo, ápice rojo oscuro, revoluto; tépalos externos 14-15 x 1-1.5 cm, área central verde-limón, margen verde-amarillento; tépalos internos 15-16 x 2-2.5 cm, blancos; filamentos 10-11 cm, blancos, antera 1-2 mm blanco amarillenta, estigma con 18 lóbulos, blanco amarillento. Frutos 7.5 x 8.2 cm, pericarpo rojo-rosado; brácteas 2.5 x 2 cm, rojo-rosadas, ápice verde, pulpa roja.

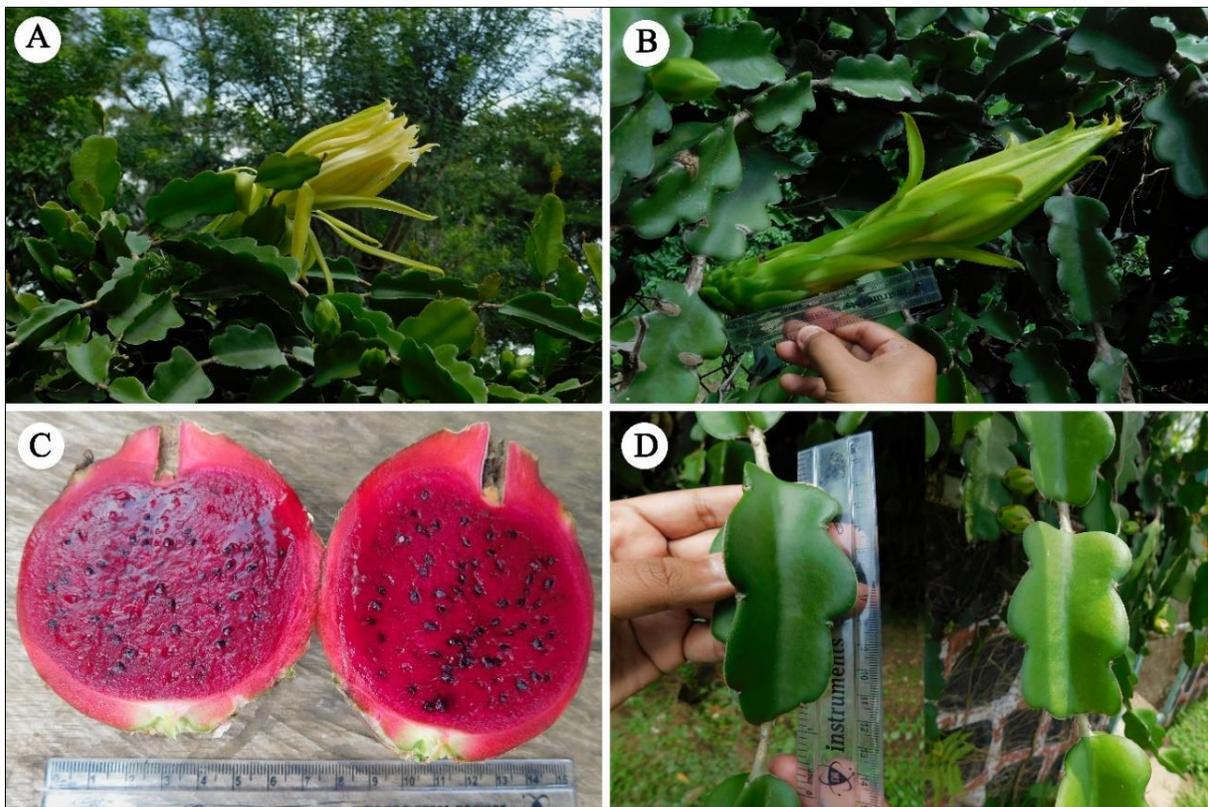


Figura 2. 7. Morfología de la pitahaya cimarrona (*Selenicereus* sp.1). A) Ambiente natural de pitahaya. B) Flor en formación. C) Fruto con pulpa roja. D) Constricciones y margen del tallo.

Selenicereus sp. 2 (orejona, Figura 2.8)

Cultivada. Trepadora, 2-3 m; ramas 5-7 cm de ancho, verde glauco, con abundante cera visible, 3 costillas, 3-3.1 cm de alto, margen levemente dentado y cornificado discontinuo, areolas en el ápice del podario dirigidas hacia el ápice de la rama, distantes entre sí (1.5)2-2.8 (3) cm; espinas 4-6, 4.5-5.5 mm, cónicas, café- grisáceas. Flores 26-30 cm, infundibuliformes; pericarpelo 3-4 x 2-3 cm, brácteas 1-3 x 1.1-1.5 cm, deltoides, glaucas, margen y línea central rojiza (disminuye hacia la base); tubo receptacular 10-12 cm, brácteas 3-9 x 1.2-1.3 cm, linear lanceolados, glaucas, margen rojizo, línea central rojiza solo en el ápice; tépalos externos 9-12 x 1.2-1.3 cm, amarillentos, ápice rojizo; tépalos internos 11-12x2-2.6 cm, blancos; filamentos 10-11 cm, blancos, antera 2-3 mm, estigma amarillento con 15 lóbulos. Frutos 12-13 x 10-11 cm, pericarpio rosado; brácteas 2-5 x 2-2.5 cm, verde, base rosada, margen rojizo, pulpa rojo-fucsia.



Figura 2. 8. Morfología de la pitahaya orejona (*Selenicereus* sp.2). A) Ambiente de cultivo de pitahaya. B) Flor en formación. C) Fruto con pulpa rojo-fucsia. D) Margen del tallo.

Con los datos obtenidos de las muestras frescas se proponen los caracteres morfológicos que permitan identificar las especies de pitahaya (*Selenicereus* sp.) registradas en El Salvador. Se enlistan en el cuadro 2.4, para facilitar la determinación.

Cuadro 2. 4. Propuesta de caracteres morfológicos diagnósticos para identificar las especies de pitahaya en El Salvador.

No	Especie	TALLO						FLOR		
		Forma del margen	Podario (mm)	Glaucos o azulados	Dist./ areola (cm)	Espinas		Largo (cm)	Color tépalos externos *	# lobos del estigma
						Areola	Largo (mm)			
1	<i>S. guatemalensis</i>	Recto, dentado o convexo	Sin o de 1-4	Si	1.5-4.6	2-6	0.5-4.6	24-32	2	15-22
2	<i>S. undatus</i>	Crenado a ondulado	2-10	No	1.5-6.3	3-7	1-6	26-30	1	15-18
3	<i>Selenicereus</i> sp.1 (cimarrona)	Crenado a lobado	10-15	No	1.5-5	1-2(3)	1-3	30-35	3	18
4	<i>Selenicereus</i> sp. 2 (orejona)	Dentado leve	Sin o de 1-2	No	1.5-3	4-6	4.5-5.5	26-30	4	15

*Color de tépalos externos: 1, verde claro a verde amarillento con margen y apice rojizo. 2, verde claro a blanco amarillento apice rojizo. 3, verde limón, margen verde amarillento. 4, amarillento

Varios de los entrevistados habían observado animales asociadas a la pitahaya. Unos 35 informantes reportaron que las pitahayas son alimento de pájaros (aves) y 10 observaron que son alimento para mamíferos. El pájaro mencionado con mayor frecuencia fue el cheje, chequeque o carpintero (*Melanerpes aurifrons*), seguido de la chiltota (*Icterus* sp.), urraca (*Calocitta formosa*), chara (*Cyanocorax melanocianeus*), talapo (*Momotus momota*) y chonta (*Turdus grayi*). Los mamíferos observados por los entrevistados eran las ardillas principalmente (*Sciurus* sp.), tacuazin (*Didelphis* sp.) y pezotes (*Nasua narica*).

2.6 DISCUSIÓN

Los resultados de ésta investigación ratifican la presencia de dos especies de pitahayas en El Salvador: *Selenicereus undatus* y *S. guatemalensis* (Cerén López *et al.*, 2015), coexistiendo en las mismas formaciones vegetales.

La amplia distribución de la especie *S. undatus* en el territorio salvadoreño concuerda con estudios en Mesoamérica que es igualmente de amplia distribución y con variación morfológica (Bravo-Hollis y Arias, 2011; García-Rubio *et al.*, 2015; Korotkova *et al.*, 2017).

Adicionalmente, se documenta un grupo de poblaciones silvestres (cimarrona) que son morfológica y ecológicamente distintos y merecen una investigación más profunda, ya que posiblemente se trata de una especie aun no descrita. Este grupo tiene solo una o dos y raramente tres espinas por areola. En Nicaragua la reconocen como “pitahaya sin espinas”, y comparte condiciones ecológicas similares que la cimarrona salvadoreña (OIRSA/VIFINEX, 2000). La forma cimarrona se caracteriza por un tallo con frecuentes constricciones, podario sobresaliente y con 1-2(3) espinas; crece en vegetación de bosques submontanos (en ambientes un poco más fríos que las otras dos especies, con temperaturas promedio anuales entre 15-27° C). Además, consideramos que el germoplasma “orejona”, cultivada en muchos países de Centroamérica (López Díaz y Guido Miranda, 2002; Wu, 2005; Lobo *et al.*, 2013; López Avilés y Espinoza Borges, 2018), posiblemente sea otra entidad taxonómica por sus diferencias morfológicas, aunque comúnmente se considera conespecífico con *S. undatus*.

Los tutores vivos ensayados en áreas de cultivo tanto en Yucatán, México como en Nicaragua (OIRSA/VIFINEX, 2000; Castillo Hernández *et al.*, 2016; Hernández Alva *et al.*, 2018), no comparten la preferencia en forofitos en forma silvestre reportada en el presente estudio. Aunque en estos países no existe un registro de los forofitos fuera de cultivo.

El patrón claro de distribución geográfica de las especies de pitahayas en El Salvador, fue el altitudinal, donde la pitahaya “cimarrona” (*Selenicereus* sp.) registró mayor altitud. Este patrón se comparte con México, en su distribución altitudinal, aunque difiere en el tipo de vegetación, especies y ecosistemas reportadas, además *S. undatus* es el que alcanza mayores altitudes (García-Rubio *et al.*, 2015).

Las frutas de pitahaya son un recurso aprovechado por el ser humano, además cumple su función en el ecosistema ya que es un alimento conocido para aves, mamíferos, reptiles y como fuente de polen para abejas (Beltrán Cañas, 2013; Solís Martínez, 2014).

En futuros trabajos sobre las pitahayas es necesario caracterizar el resto de germoplasma cultivado (cebra, lisa, rosa, taiwanesa) en los sitios con producción comercial. Asimismo es necesario tomar más muestras de la cimarrona y orejona para validar y ratificar sus diferencias. Sería importante continuar con estudios moleculares (García Aguilar *et al.*, 2013) para la región Mesoamericana para averiguar si ayudan en la delimitación de especies, e identificar los caracteres morfológicos asociados. De igual manera sería deseable intensificar

los muestreos de pitahayas en toda su área de distribución regional para identificar fehacientemente la variación.

2.7 CONCLUSIONES

Las dos especies de pitahaya previamente conocidas se distribuyen ampliamente en el país, a altitudes menores. Ambas especies registradas presentan una amplia variabilidad morfológica, que en algunas poblaciones se torna difícil su diferenciación. Esto también puede llevar a un subdiagnóstico de entidades taxonómicas.

Una variante silvestre, llamada cimarrona, localizada en formaciones vegetales diferentes a altitudes mayores, sugiere una adaptación a este ambiente, lo cual se evidencia en la morfología de los márgenes del tallo, areola, flor y fruto.

Esto sugiere la necesidad de un análisis morfométrico y molecular para comprender las relaciones entre las poblaciones de pitahaya a nivel regional.

Las poblaciones de pitahaya se pueden adaptar a los fragmentos de vegetación en los márgenes de cultivos y orillas de calles. Si bien se han encontrado poblaciones en bosques tropicales no tan perturbados, no están bien documentados las poblaciones silvestres (y analizadas si son realmente silvestres). Eso requeriría un esfuerzo adicional con estudios genéticos, que estuvieron fuera del alcance de este estudio.

2.8 LITERATURA CITADA

- Arias, S. & Véliz, M. 2006. Diversidad y distribución de las cactáceas de Guatemala. *In*: Cano, E. (ed.) *Biodiversidad de Guatemala*. Universidad del Valle de Guatemala. Ciudad de Guatemala, Guatemala. 22-238.
- Beltrán Cañas, A. 2013. Manejo del cultivo de la pitahaya (*Hylocereus undatus* Britton & Rose) nativas e introducidas en El Salvador. No publicado. Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal (CENTA). Ciudad Arce, La Libertad, El Salvador.
- Bravo-Hollis, H. & Arias, S. 2011. Cactaceae. *In*: Davidse, G., Sousa Sánchez, M., Knapp, S. & Chiang Cabrera, F. (eds.) *In: Flora Mesoamericana*. Missouri Botanical Garden, Saint Louis, Missouri, USA.
- Cerén López, J. G., Menjívar Cruz, J. E. & Árias Montes, S. 2015. *Diversidad de cactus de El Salvador*. Museo de Historia Natural de El Salvador. San Salvador, El Salvador.

- ESRI, 2010. ArcGis desktop: Release 10.1. Enviroment Systems Research Institute. Redlands, California, USA.
- García-Rubio, L. A., Vargas-Ponce, O., Ramírez-Mireles, F. D. J., Munguía-Lino, G., Corona-Oceguera, C. A. & Cruz-Hernández, T. 2015. Distribución geográfica de *Hylocereus* (Cactaceae) en México. *Botanical Sciences*, 93(4), 921-939.
- Hernández Alva M et al. (2018) Pitahaya (*Hylocereus undatus*), plan de manejo agroecológico para su cultivo en la región de Halachó-Maxcanu, Yucatán. Universidad Autónoma de Chapingo, Texcoco, Estado de México, México.
- Korotkova, N., Borsch, T. & Arias, S. 2017. A phylogenetic framework for the Hylocereeae (Cactaceae) and implications for the circumscription of the genera. *Phytotaxa*, 327(1), 1-46.
- Lobo, R., Bender, G., Tanizaki, G., Fernández De Soto, J. & Aguiar, J. 2013. *Pitahaya or dragon fruit production in California: a research update*. University of California – Agriculture and Natural Resources Division (UCANR). Berkeley, California, USA. Disponible: <https://ucanr.edu/sites/sdsmallfarms/files/172469.pdf> [Consultado: noviembre, 2018].
- López Avilés, C. J. & Espinoza Borges, D. B. 2018. *Caracterización de seis genotipos de pitahaya (Hylocereus undatus Britt and Rose), rendimiento en fruta e identificación de organismos asociado a la pitahaya, en Masaya*. Tesis Ingeniero Agrónomo, Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua.
- López Díaz, H. & Guido Miranda, A. 2002. *Guia tecnológica VI, cultivo de la pitahaya*. Instituto Nicaraguense de Reforma Agraria. Managua, Nicaragua.
- MARN. 2004. Mapeo de vegetación natural de ecosistemas terrestres y acuáticos de Centroamérica. Banco Mundial, basado en imagen de satélite Landsat TM/Dic. 1998. San Salvador, El Salvador.
- Martínez, J. A., Cruz Navarro, R. E. & Pérez, B. E. 2003. *Información sobre los pueblos indígenas de El Salvador. Proyecto regional de manejo integrado de ecosistemas por pueblos indígenas y comunidades de Centroamerica*. Disponible: <http://unpan1.un.org/intradoc/groups/public/documents/ICAP/UNPAN027547.pdf> [Consultado: junio, 2019].
- OIRSA/VIFINEX. 2000. *Manual técnico: Buenas prácticas para el cultivo de la pitahaya*. Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria: Nicaragua. Disponible: <https://www.oirsa.org/contenido/biblioteca/MANUALPITHAYA.pdf> [Consultado: julio, 2019].

Solís Martínez, B. 2014. *Polinización y amarre de fruto de pitahaya solferina (Hylocereus sp.) en la Mixteca Poblana*. Tesis Maestría en Ciencias, Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo. Texcoco, México.

Wu, J. C. S. 2005. *Manual del cultivo de la pitahaya*. ICTA. Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola. Guatemala: Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentos. Disponible: <http://www.icta.gob.gt/publicaciones/Pitaya/Manual%20del%20cultivo%20de%20la%20Pitaya.pdf> [Consultado: Agosto, 2019].

CAPITULO III. EL CULTIVO DE PITAHAYA (*Selenicereus*, *Hylocereeae*, *Cactaceae*) EN EL SALVADOR, UNA ALTERNATIVA SUSTENTABLE

3.1 RESUMEN

El Salvador solo es un productor menor de pitahayas en Centroamérica, pero tiene las condiciones ambientales adecuadas para su cultivo. Este capítulo resume información relevante, para apoyar una expansión del cultivo. Con la ayuda de personal del Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal “Enrique Álvarez Córdoba” (CENTA) en Ciudad Arce, departamento de La Libertad, se ubicó y visitó los sitios conocidos de cultivo. El área de cultivo comercial de pitahaya es solo de 8.2 ha en total, distribuidos en 18 sitios, principalmente en la zona occidental del país. Los departamentos de Ahuachapán, Sonsonate y Usulután, registraron 4 sitios de cultivo cada uno. El cultivar principal es “orejona”, facilitada por la Cooperación de Taiwán con esquejes traídos de Guatemala al sitio experimental del CENTA hace 17 años. Adicionalmente, dos cepas derivadas aparentemente de germoplasma silvestre se cultivan una en el Beneficio El 98, Sonsonate y otra en la finca San Ramón, Usulután. El resto del germoplasma silvestre no se aprovecha en cultivos comerciales, a pesar de tener mejores atributos, sobre todo de dulzura. Los productores reportaron problemas con daños al tallo y flores producidos por insectos y hongos. Un cultivo comercial tenía problemas con la polinización y amarre de los frutos. Las pitahayas se venden en mercados locales con precios desde 0.50 a 1.0 USD por unidad. La venta en supermercados fue de 5.2 USD por libra (453 g). En CENTA y ENA (Escuela Nacional de Agricultura “Roberto Quiñonez”) en el área contigua al CENTA la venta al mayoreo fue de 0.9 a 1.5 USD por libra. Presentamos además un breve manual para el cultivo de las pitahayas. Se propone explorar cultivos intercalados para mejorar la polinización y el amarre de los frutos.

Palabras clave: Área de cultivo, El Salvador, pitahaya, plagas, venta.

**CHAPTER III. THE CULTIVATION OF PITAHAYA (*Selenicereus*, *Hylocereeae*,
Cactaceae) IN EL SALVADOR, A PRODUCTIVE ALTERNATIVE**

3.2 ABSTRACT

El Salvador is only a minor producer of pitahayas or dragon fruit in Central America, but it has the appropriate environmental conditions for its cultivation. This chapter summarizes relevant information in order to promote an expansion of the crop. With the help of the staff of the National Center for Agricultural and Forestry Technology "Enrique Álvarez Córdoba" (CENTA) in Ciudad Arce, department of La Libertad, the known cultivation sites were located and visited. The commercial cultivation area of pitahaya in El Salvador is only 8.2 ha in total, distributed in 18 sites, mainly in the western part of the country. The department of Ahuachapán, Sonsonate and Usulután registered 4 cultivation sites each. The main cultivar is "orejona", which was donated by the Taiwanese Cooperation 17 years ago; it derives from cuttings brought from Guatemala to the CENTA experimental site. Additionally, two strains apparently derived from wild germplasm are cultivated at the Beneficio El 98, Sonsonate, and another at the San Ramón farm, Usulután. The rest of the wild germplasm is not used for commercial cultivation, despite having better attributes, particularly sweetness. Producers reported problems with insects and fungi causing damage to the stem and flowers. One commercial site had pollination and fruit set problems. Pitahayas were sold in local markets at prices ranging from 0.50 to 1.0 USD per fruit. Supermarket prices were 5.2 USD per pound (453 g). In CENTA and ENA (Escuela Nacional de Agricultura "Roberto Quiñonez") in the area adjacent to CENTA, the fruit were sold wholesale at 0.9 to 1.5 USD per pound. We also present a brief manual for the cultivation of pitahayas. We propose exploring intercrops to improve pollination and fruit set.

Key words: Cultivation area, dragon fruit, El Salvador, pest, sale.

3.3 INTRODUCCIÓN

La pitahaya se considera un cultivo no tradicional que en las últimas décadas se ha incrementado. En algunos países como Nicaragua y México, ha sustituido el cultivo de granos básicos en algunas regiones (Rodríguez-Canto, 2000; Monterrey *et al.*, 2014). Su centro de diversificación es Mesoamérica. Documentos históricos de los conquistadores españoles relatan su registro en diferentes tierras a las que llegaron, además manifiestan que formaban agrestes cardones en diferentes vegetaciones, con probables indicios de cultivo desde estos tiempos por los nativos (Fernández de Oviedo, 1851).

Los frutos de pitahaya, con abundante agua, azúcares y otros elementos nutritivos probablemente fueron un complemento en la dieta de los ocupantes prehispánicos en tierras mesoamericanas. Actualmente, se ha documentado que los pobladores rurales llevan las plantas de algún interés a las cercanías de las casas, cuidando, protegiendo o promoviendo los caracteres seleccionados y de uso por los habitantes (Casas *et al.*, 2002); es probable que los pobladores antiguos hicieron lo mismo.

La principal especie cultivada es *Selenicereus undatus* (Haw.) D.R. Hunt, con variados clones. Su cultivo puede ser intensivo en países fuera de su distribución natural, con producción en macrotuneles con altas densidades o en áreas abiertas con tutores vivos o muertos, en T o tipo espaldera (López Díaz y Guido Miranda, 2002; Meráz Alvarado *et al.*, 2003; Le Bellec *et al.*, 2006). En Yucatán se cultiva sobre rocas o montículos de éstas o en los márgenes de vegetación de otros cultivos (Castillo Martínez *et al.*, 2016).

Nicaragua es el tercer productor y exportador de pitahaya a nivel mundial, cuya producción inició con la recolección de poblaciones silvestres. Con la pérdida de otros cultivos por las emanaciones de gases del volcán Santiago, pequeños productores experimentaron la pitahaya y otros frutales, de los cuales la pitahaya soportó estas condiciones (Monterrey *et al.*, 2014). Actualmente se cultivan alrededor de 1,200 ha (Lobo *et al.*, 2013) que producen 6,160 toneladas de pitahayas de las cuales se exporta la mitad (López Avilés y Espinoza Borges, 2018).

El cultivo requiere de un suelo que no retenga agua, con pendiente suficiente para su drenaje, pero si requiere condiciones ambientales de humedad de 60 a 80%. La producción de botones

florales se estimula cuando la temperatura es alrededor de 30° C, y cuando las plantas reciben entre 10 a 12 horas luz, que funciona como agente inductor (Nerd *et al.*, 2002; Solís Martínez, 2014; Osuna-Enciso *et al.*, 2016).

La autopolinización es inviable y por consiguiente el amarre de los frutos se reduce considerablemente en ausencia de polinizadores adecuados (mariposas nocturnas, murciélagos y abejas) o de una nutrición deficiente. El cultivo de un solo clon puede aumentar el problema, por lo que generalmente se cultiva una mezcla de clones (Solís Martínez, 2014). Se ha estudiado la aplicación de nitrógeno y fósforo con resultados prometedores para el amarre (López-Turcios y Guido-Miranda, 1998). La deficiencia de boro y molibdeno está asociada en otros cultivos a la baja productividad (Agarwala *et al.*, 1979; Pilbeam y Kirkby, 1983), por lo que sería interesante investigar el efecto de éstos en las pitahayas. También se ha observado que la aplicación de micronutrientes (boro, cobre, zinc y magnesio) produce efectos hasta la tercera cosecha con diferencias significativas (López-Turcios y Guido-Miranda, 1998).

Aunque El Salvador se reporta como país productor de pitahaya (Lobo *et al.*, 2013; Fernández Argüelles *et al.*, 2019) no se cuenta con datos oficiales de área de cultivo, localización y productividad. Nuestro objetivo fue documentar los sitios de cultivo, área, localización, problemas que afrontan los productores y las técnicas que emplean para el cultivo. También se estudió la comercialización y el precio de venta.

3.4 MATERIALES Y MÉTODOS

3.4.1 Área de estudio

El área de estudio comprendió 11 de 14 departamentos de El Salvador. El país está ubicado en la zona norte del área centroamericana, compartiendo similitudes biogeográficas con Guatemala hacia el oeste y con Honduras al norte; colinda con el Océano Pacífico hacia el sur.

En recorridos y visitas en las diferentes regiones del país con reportes de cultivo, se documentaron los cultivos con fines comerciales o autoconsumo (huertos caseros). Se consultó al Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal "Enrique Álvarez Córdova" (CENTA); sus investigadores señalaron los sitios de cultivo registrados en Ahuachapán, Sonsonate, Santa Ana, La Libertad, San Vicente y Usulután. Se visitaron 11 propiedades y siete no se pudo por la inseguridad.

3.4.2 Fase de campo

Al localizar un cultivo comercial, se explicaron los fines de la investigación al propietario o encargado y se solicitó permiso para ingresar, tomar fotografías y si fuera posible muestras. La información se recolectó con el encargado de cada cultivo siguiendo la entrevista semiestructura en la parte D (anexo 1), sobre cultivo y comercialización. Los datos de los 11 entrevistados se integraron en la base de datos general para su análisis. La información sirvió para una breve guía de cultivo de la pitahaya incluida en este capítulo.

Variables evaluadas

Procedencia de los esquejes en cultivo: los entrevistados manifestaron de donde llevaron las plantas, ya sea del bosque, de otro cultivo o del vecino.

Objetivo del cultivo: se consultó si el cultivo era con fines comerciales o autoconsumo o por pasatiempo.

Corte de pitahaya: el encargado del cultivo manifestó con qué y cómo hace para cortar el fruto y la etapa de maduración.

Venta de pitahayas: en los sitios donde se cultiva la planta comercialmente se consultó el precio de venta, donde las vende (vecinos, mercado local, supermercado o intermediario), y la cantidad vendida.

Preferencia de venta: se consultó si los consumidores prefieren algún sabor o color de pulpa en especial.

Problemática en el cultivo: donde se cultivan las pitahayas comercialmente se consultó sobre los principales problemas o enfermedades que conocen, como por ejemplo: flores estériles, o sea, sin formación de fruto (“no se pegan”), ataque de insectos (chinchas, moscas, coleópteros), problemas en el tallo (pudrición, hongos), robos u otros.

3.5 RESULTADOS

3.5.1 Área de cultivo de pitahaya en El Salvador

Se documentó el cultivo de la pitahaya en El Salvador sobre 8.2 ha, en 18 sitios (Figura 3.1, anexo 3). En el departamento de Sonsonate (SO) se registraron tres sitios con un área de 3.3

ha, Ahuachapán (AH) seis sitios que suman 0.8 ha, cuatro sitios en Usulután (US) con 1.4 ha, en La Libertad (LL) se encontraron dos cultivos experimentales en el CENTA y la ENA (Escuela Nacional de Agricultura) y uno privado, con un área de 1.4 ha, Santa Ana (SA) tiene 0.17 ha, San Vicente (SV) 1 ha, San Salvador (SS) un cultivo de germoplasma silvestre en un área de 0.013 ha. De acuerdo al investigador de frutales del Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal "Enrique Álvarez Córdova" (CENTA), Ing. Adamid Beltrán, no existen datos oficiales a nivel nacional de la superficie real de este cultivo, se supone que pueden existir un total de 21 ha. De estos 18 sitios de cultivo con fines productivos, solamente cuatro fueron actualmente para venta comercial (CENTA, ENA, Beneficio El 98 y hacienda Vaquerano), el resto estaba apenas sembrado.

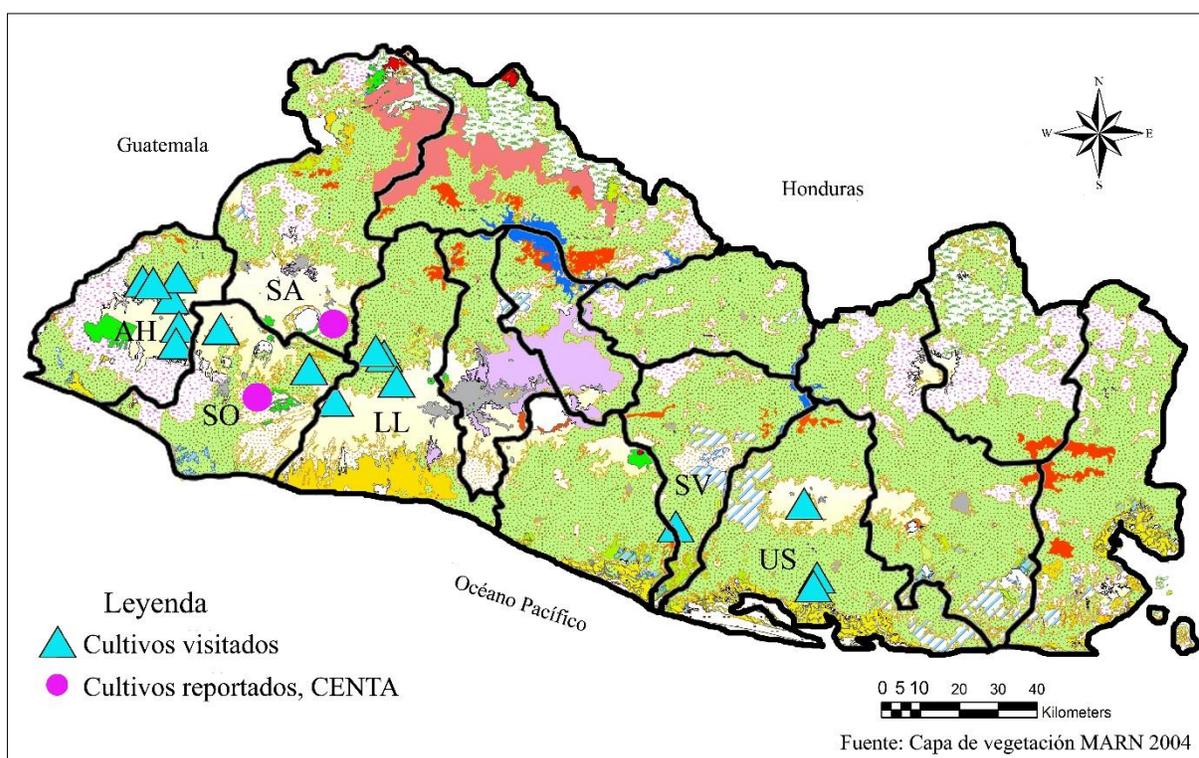


Figura 3. 1. Ubicación de los sitios de cultivo de pitahaya (*Selenicereus* spp.) en El Salvador.

El material vegetal en estos cultivos comerciales en su mayoría fue facilitado del cultivo establecido en el CENTA por la Cooperación de Taiwán hace 17 años aproximadamente, con plantas traídas de cultivos en Guatemala. Las cultivares que resguardan en este sitio son orejona, cebrá, lisa, rosa y fucsia; esta última se ha perdido debido a falta de adaptación a las condiciones del país (Beltrán Cañas, *com. pers.*, marzo 2019). En la hacienda Vaquerano se

observó la adaptación de esquejes de pitahaya amarilla (*Selenicereus megalanthus* (K. Schum. ex Vaupel) Moran).

Del germoplasma nativo se observó el cultivo a baja escala de la pitahaya cimarrona (*Selenicereus* sp1) en el Beneficio de Café el 98 (Juayúa, Sonsonate) y en la finca La Primera (Apaneca, Ahuachapán). Además en la hacienda San Ramón, Usulután, se ha iniciado la promoción de germoplasma extraído del bosque (cf. *Selenicereus undatus*). *S. guatemalensis* solo se observó en huertos caseros (Figura 3.2).

En el capítulo uno, se mostró que los entrevistados de la zona occidental y central prefieren pitahayas de sabor dulce y de pulpa roja, blanca y fucsia. Prefieren el consumo de pitahayas como fruta, fresco (agua), sorbete (nieve) o jalea. En la zona oriental prefirieron pitahayas ácidas para consumo en frescos y de pulpa roja. Estas características son las que se deberán de potenciar, fomentar y mejorar (mediante selección y quizás entrecruzamiento) para satisfacer los criterios y preferencias de consumo de esta fruta.



Figura 3. 2. Sitios de cultivo en huertos caseros de pitahaya (*Selenicereus* spp.). A. Sobre pared perimetral en municipio de Victoria, Cabañas. B. En jardín de casa en Sonsonate. C. En el margen de la casa y cultivo de maíz en Ahuachapán. D. En jardín de casa en Apaneca, Ahuachapán.

3.5.2 Problemática del cultivo

El cultivo comercial de pitahaya en El Salvador ha surgido como una alternativa ante la baja de precios de los cultivos tradicionales o previos que tenían los productores. Se registraron diversas dificultades y problemáticas. Uno de ellos es la poca o nula asistencia técnica que tienen los productores.

Un problema que identificaron la mayoría de los sitios de cultivo consultados fue el ataque de insectos tanto en la planta, flor y fruto. En el momento de cosechar, el consumo de los frutos por los pájaros y mamíferos causa pérdidas en la producción (Cuadro 3.1). Otro problema fue que las flores no se pegan (probablemente se deba a la polinización o carencia de fertilizante), la cual es pobre, de tal manera que solo un 40% de las flores es polinizado, según comentó el encargado del cultivo en la localidad del Beneficio el 98.

Cuadro 3. 1. Principales problemas o enfermedades observados en el cultivo de pitahaya (*Selenicereus* spp.) n=150.

No	Problema o enfermedad	Frecuencia	Porcentaje (%)
1	Ataque de insectos	5	45.4
2	Daño en el tallo	3	27.3
3	No pegan las flores	1	9.1
4	Comida por pájaros	1	9.1
5	Comida por mamíferos	1	9.1
	Total	11	100.0

3.5.3 Venta y comercialización

Los informantes del departamento de Ahuachapán mencionaron que hace unos años el CENTA inició un proyecto de cultivo de pitahaya. La mayoría de los agricultores lo abandonó porque la comercialización de la fruta fue incierta. Los cuatro sitios en este departamento donde se cultiva actualmente no fueron los agricultores originales, sino personas que observaron los cultivos y decidieron experimentar con él.

Se registraron dos vías de comercialización de la pitahaya: A) mercado local o con vecinos; se comercializaban los frutos recolectados de poblaciones silvestres y la producción de pequeños productores a un precio de 0.50-1.0 USD por cada pitahaya. B) supermercados, a los cuales comercializaban sitios con mayor área de cultivo como el Beneficio el 98, hacienda

Vaquerano, CENTA y ENA (Figura 3.3); ellos venden al mayoreo a un precio entre 0.9-1.5 (2.5) USD por libra (453 g). En un supermercado se registró un precio de venta al público de 5.2 a 5.4 USD por libra en el 2018.

La hacienda Vaquerano en el departamento de San Vicente reportó la mayor producción de pitahaya. Informaron que han llegado a recolectar 5,000 libras de pitahaya por ciclo. Cada año las plantas pueden alcanzar entre 5 a 6 ciclos productivos (25,000 a 30,000 libras por año en 1 ha de cultivo). Iniciaron el cultivo de pitahaya debido a la baja en el precio de la guayaba taiwanesa y optaron por esta fruta como alternativa económica.



Figura 3. 3. Cultivos comerciales de pitahaya (*Selenicereus* spp.) en El Salvador. A. Hacienda Vaquerano, San Vicente. B. Escuela Nacional de Agricultura, La Libertad. C. Beneficio El 98, Sonsonate. D. Huerto en cantón Palo Pique, Ahuachapán.

3.5.4 Pasos o etapas para el cultivo de pitahaya en El Salvador

Condiciones ambientales

Altitud: La pitahaya en poblaciones silvestres en El Salvador se registró en un intervalo desde los 5-1500 m s.n.m. Los cultivos se deben establecer de preferencia desde 80-1000 m s.n.m., con mejores resultados entre 150-900 m s.n.m.

Temperatura: Tolera temperaturas entre 16-35° C, pero las zonas óptimas son las que se encuentran a una temperatura media anual entre 28-30° C. Las plantas requieren de una exposición al sol con sombra leve a moderada, incluso expuesta totalmente al sol, con buena circulación del aire.

Precipitación: Las precipitaciones óptimas se encuentran entre 500-700 mm al año. Altas precipitaciones durante el periodo de floración pueden provocar la caída de las flores. El periodo seco en El Salvador inicia en noviembre y dura hasta abril-mayo. En este periodo es necesario regar para mejorar el crecimiento e inducir la floración. Es conveniente hacerlo por las tardes una o dos veces por semana, pero sin dejar saturado el suelo.

Suelo: Las pitahayas se pueden adaptar incluso a suelo pobres (poca materia orgánica, nitrógeno, fosforo, potasio o calcio). Sí requieren un buen drenaje sin estancamiento de agua que puede producir daños en el sistema radicular y tallo (pudrición y ataque por bacterias y hongos). Es preferible suelo con un pH 5-7, con contenido moderado de materia orgánica.

Tutores: En las áreas de cultivo se observaron dos tipos de tutores:

- a) Muertos, postes de concreto y troncos secos de árboles como madrecaao (*Gliricidia sepium* (Jacq.) Kunth ex Walp.) o guachipilín (*Diphysa americana* (Mill.) M. Sousa). En el cultivo en huertos caseros se observó crecimiento sobre pared, roca y ramada con alambre de púa.
- b) Vivos, estacas de árboles que tiene capacidad de rebrote y adaptarse al sitio; en los cultivos se registró el uso de madrecaao (*G. sepium*), guachipilín (*D. americana*), izote (*Yucca guatemalensis* Baker) o jocote (*Spondias* sp.). Poblaciones silvestres de las pitahayas crecen preferentemente sobre árboles de conacaste (*Enterolobium cyclocarpum*, zorra, zorro, carrito (*Samanea saman* (Jacq.) Merr.), amate (*Ficus* sp.), morro o jicaro (*Crescentia alata* Kunth), almendro de río (*Andira inermis* (W. Wright) Kunth ex DC.) o cebito o tigüilote (*Cordia dentata* Poir.); con ellos se pueden hacer ensayos para identificar sobre cual se desarrolla mejor.

El tutor debe tener una longitud mínima de 2 m; se insertan en agujeros de 40-60 cm de profundidad. Para el grosor de cada tutor hay que tener en cuenta que deberá soportar el peso de la pitahaya cuando este adulta.

La distancia de siembra óptima es de 3-3.5 x 2-2.5 m, la cual permite el manejo y control de plagas, fertilización, cosecha y poda de las plantas, tanto de los tutores vivos como de las ramas de pitahaya, así como el acceso para el aire. Podría ser útil hacer experimentos con diferentes densidades para obtener mayores producciones en menor espacio.

Plantación

De preferencia se planta entre los meses de abril y mayo, a inicios de la época lluviosa, para lograr una adaptación óptima al terreno. En cada tutor se siembran de 1-3 esquejes de diferentes clones de pitahaya seleccionados anteriormente.

Los esquejes deben provenir de una planta madura con cuatro años edad en promedio, que produzca las características preferidas por el consumidor o comprador (sabor, color de pulpa, tamaño, etc.), sin daños por plagas o enfermedades. Una vez seleccionadas las plantas se cortan esquejes adultos con un largo de 40-60 cm, en la constricción del tallo o porción leñosa (el CENTA ha probado hacer cortes en la zona carnosa en los meses de junio a agosto, con resultados positivos en el siguiente año con producción, Beltrán Cañas (2013). Se debe tener cuidado que la tijera de podar este limpia y desinfectada con cloro cada vez que se corte un nuevo esqueje. Una vez cortada se pueden dejar a temperatura ambiente y bajo sombra por una semana para que cicatrice el corte e induzca la producción de raíces, para esto se coloca en contacto con el suelo. Con este método se registró un crecimiento radicular bueno que permitió un desarrollo y producción al año de sembrado el esqueje de pitahaya.

Los esquejes se plantan de dos formas:

A) Directa: una vez obtenidos los esquejes se plantan en la base del tutor. Se entierra el tallo entre 10 a 15 cm, la parte aérea se amarra al tutor.

B) Trasplante: consiste en sembrar primero el esqueje en bolsas de polietileno. Una vez que esté enraizado (2-4 meses), se hace un hoyo de 30 cm de diámetro y 40 cm de profundidad y se coloca dentro este, se mejora el sustrato con materia orgánica o suelo preparado. La parte

aérea del esqueje se amarra al tutor para facilitar el enraizamiento secundario y rápido crecimiento.

Los esquejes que se dañan se extraen del sitio, se entierran o queman para controlar una infestación del cultivo. Si algún tutor está por caerse se afianza de nuevo o se cambia si es necesario. Una vez establecida la planta se controlan plagas y enfermedades.

Los principales problemas que afronta el cultivo son los ataques por hongos (*Dothiorela* sp., *Macrophoma* sp. *Cladosporium* sp.), que causa pudrición en tallo y frutos; las chinches patas de hojas (*Leptoglossus zonatus*); barrenador de tallos y frutos (Lepidoptera, Pyralidae, *Maruca* sp.); el picudo negro (*Metamasius* sp.); ataque de hormigas, principalmente los zompopos (*Atta* sp.) que comen el tallo tierno; hormigas arrieras (*Acromyrmex octoespinosus*) y hormigas de fuego (*Solenopsis germinata*) afectan el tallo y frutos; la abeja (*Trigona* sp.) se alimenta de los márgenes de las brácteas de las flores y frutos; escamas en el tallo (*Cuadrastipidiotus* sp.) succionan la savia del tallo y fruto. Los pájaros representan otro problema (carpintero, chiltota, etc.) ya que consumen los frutos en maduración al igual que la iguana verde (*Iguana iguana*).

Para el manejo de estos problemas es crucial la poda selectiva del tutor vivo y de las ramas laterales de pitahaya hasta un metro de altura. Una vez que la planta alcanza la zona apical del tutor inicia a ramificarse (o puede inducirse cortando el ápice del tallo). Es necesario que lo haga en diferentes direcciones. Las ramas que crecen encima de otra o con abundancia, se eliminan. Esto permite mayor exposición al sol, disminución de la humedad entre ramas, entre otras cosas. Las ramas que presentan daños por insectos o enfermedades se podan, entierran o queman.

Después de un análisis de nutrientes del suelo (N-P-K; boro, zinc y hierro) se puede aplicar fertilizante en los meses de mayo, agosto y octubre. Fórmulas con alto contenido en nitrógeno y fósforo favorecen el crecimiento del tallo, floración y reducen el aborto de flores. Si se usa urea como abono foliar, se aplica en la mañana o tarde en la época seca. La cantidad depende de la edad de la planta. En terrenos con pendientes fuertes se debe aplicar el fertilizante al suelo a una distancia de 30 cm del tallo en la parte superior del terreno y enterrar la sustancia.

En el cultivo experimental del CENTA se aplican cinco fertilizaciones por planta: 1) 50-60 g de triple 15 (N, P, K) en el fondo del hoyo durante la siembra; 2) 60 días después de sembrar los esquejes 80-90 g de la misma fórmula y 40-50 g de urea por cada planta; 3) a 90 días de siembra 50-60 g de urea; 4) 120 días después de sembradas 50-60 g de urea y a toda la planta abonos foliares, de preferencia orgánicos, por la tarde y 5) en el sexto mes después de la siembra 160-170 g de triple 15 por planta.

Cuando una planta tenga daños es necesario cortarla de inmediato (Figura 3.4 B). Para evitar estos daños es necesario controlar las hierbas que compiten y/o son hospederos de plagas para lo cual se chapodan sin dañar las raíces de la pitahaya y sin dejar el suelo desnudo. Para favorecer el mantenimiento de la humedad en el suelo la hojarasca se deja sobre el suelo si no hay agente contaminante, o bien se combina con el frijol u otro cultivo de cobertura que disminuye el crecimiento de otras hierbas y adicionalmente aporta nitrógeno al suelo.

En los cultivos comerciales, para controlar chinches han usado Spinosad (1 cc x 1 L de agua), para el ataque de gusanos o larvas usaron Jade 35 SC (5 a 6 cc por galón de agua) o Decis (8 a 10 cc por bomba de 4 galones) o insecticidas de banda verde. Para evitar el daño por aves y mamíferos se recolectan los frutos al iniciar la maduración (cuando “pintan”, cambian de color), o en la experiencia de manejo en el CENTA se protegen con envases plásticos reutilizables de 3 L, reutilizándolo las veces que sea necesario. Sería útil un estudio de especies de hierbas intercaladas con capacidad de ser un repelente natural y a la vez atraer polinizadores de la pitahaya.



Figura 3. 4. Plagas, enfermedades y daños en el cultivo de pitahaya (*Selenicereus* spp.). A. Daño en la flor por insectos. B. Frutos dañados por chinche y pulgones. C. Fruto aprovechado por aves.

La polinización correcta, y con esto el amarre de frutos, se fomenta con la siembra de esquejes provenientes de diferentes cepas. La autopolinización en este género es pobre o inexistente, requiere de una polinización cruzada (plantas alógamas). Además se requieren agentes polinizadores. Tanto la literatura como observaciones propias identifican a algunos insectos nocturnos como los polinizadores más eficaces; esto también señala la morfología de la flor. Ejemplos de polinizadores son papalotas (cf. *Agrius* sp.) y coleópteros, los diurnos principalmente son las abejas (*Apis mellifera*) con menor eficiencia.

En caso de que no se obtengan los resultados esperados, se recurre a la polinización manual. Para esto se recolecta polen en un recipiente y con una brocha pequeña y suave se coloca el polen de una flor al estigma de otra. Esto garantiza uniformidad en la floración y fructificación. Como se mencionó en el párrafo anterior, no conocemos experimentos con el fomento de plantas con flores atractivas para polinizadores dentro o alrededor de las plantaciones, pero sería deseable explorar esta vía.

En El Salvador se documentó que la pitahaya fructifica de mayo a octubre, con 5 a 6 ciclos observado por los informantes. En poblaciones silvestres y huertos caseros se aprovecha cuando el fruto está maduro (rojo-rosado). En los sitios de cultivo comercial se corta el fruto al cambiar de color (pintar), lo cual alarga el tiempo de anaquel y por lo tanto de venta. Según los propietarios de los huertos comerciales reportaron que esta cosecha temprana no afecta a la dulzura del producto.

El corte del fruto se debe llevar a cabo con el cuidado de no dañar el fruto. Se emplea una tijera de podar manual y limpia. Para frutos altos se emplea una escalera. Los frutos se recolectan en cajas de plástico (llamadas jivas localmente), evitando que sean golpeados. Se seleccionan dos clases: primera y segunda, la primera son los frutos grandes y medianos los cuales se llevan a vender en la capital a supermercados. Los de segunda son los frutos pequeños o con algún problema y se comercializan localmente, aunque en las últimas temporadas han aceptado de ambas categorías en los supermercados.

3.6 DISCUSIÓN

La investigación indica que en El Salvador como un pueblo mesoamericano, la principal fuente de pitahaya en comunidades locales son poblaciones silvestres manejadas, fomentadas o protegidas en jardines, solares o propiedades, como sucede en México y Nicaragua (Monterrey *et al.*, 2014; Castillo Martínez *et al.*, 2016; Castro *et al.*, 2018).

A 17 años de implementar el cultivo experimental de pitahaya en el CENTA, este cultivo aún no consigue una incursión en las comunidades como cultivo comercial. Al parecer esto se debe a problemas de comercialización. Se puede deber a varios factores, entre ellos, falta de información (personas que la cultivan no saben que se puede vender, o dónde) y falta de promoción de la demanda en los centros urbanos. Aquí instancias públicas o asociaciones de productores podrían jugar un papel de facilitador (Beltrán Cañas, *com pers.* abril, 2019).

También es posible - incluso probable, según nuestros datos - que el germoplasma promovido (variedad orejona) no es el adecuado para el comercio, sobre todo regional, dado que la población prefiere formas que son más dulces.

Es necesario investigar el periodo de corte idóneo para no perder calidad en el sabor del fruto. Antecedentes indican que un corte temprano disminuye la cantidad de sólidos solubles totales

(°Brix) tal como lo reporta Osuna Enciso *et al.* (2011), al analizar la calidad postcosecha de la pitahaya en el estado de Puebla, México. Sin embargo, sería deseable ampliar estos estudios e incluir más condiciones de almacenamiento.

Nuestros resultados muestran que los tutores vivos en los sitios de cultivo son las mismas especies que se emplean en Nicaragua. Adicionalmente, los productores nicaragüenses han tenido buenos resultados de enraizamiento adventicio con *Erythrina* sp. (OIRSA/VIFINEX, 2000). Esto es concordante ya que en este país el cultivo se ha desarrollado en la zona del Pacífico y comparte similitud florística con El Salvador en esta región. En el estado de Yucatán, Castillo Martínez *et al.* (2016) registraron que los tutores vivos con mejores resultados eran especies como *Bursera simaruba* (L.) Sarg., *Lysiloma latisiliquum* (L.) Benth., *Piscidia piscipula* (L.) Sarg., *Caesalpinia gaumeri* (Britton & Rose) Greenm., y *Ficus máxima* Mill., debido a que son especies que soportan podas continuas, con capacidad de rebrote.

Las observaciones registradas en éste estudio indican que las pitahayas también crecen en algunas otras especies como forofito. Es necesario investigar su adaptación a presiones de cultivo, capacidad de rebrote y soporte de podas continuas.

Las plagas y enfermedades en el cultivo y manejo de las pitahayas son comunes a la región centroamericana (López Díaz y Guido Miranda, 2002; Wu, 2005), mientras que en Yucatán se registran otros insectos plagas (Castillo Martínez *et al.*, 2016). En los cultivos comerciales se registró la falta del amarre de los frutos como un problema importante. Aparte de tener cuidado con el germoplasma y fomentar un ambiente favorable para polinizadores, también se requieren más estudios sobre la relación entre la nutrición, con macro y micronutrientes, y el amarre de frutos. Una aplicación moderada de nitrógeno y fósforo (40 kg/ha) ha dado resultados prometedores en Nicaragua (López-Turcios y Guido-Miranda, 1998), adicionalmente en Ecuador han registrado el incremento de la producción de frutos con abonos orgánicos (Cabrera Verdesoto *et al.*, 2018). En México han aplicado biofertilizante a base de chaya (*Cnidoscolus aconitifolius* (Mill.) I.M. Johnst.), o productos orgánicos comerciales y han logrado 8 ton/ha de pitahaya (Castillo Martínez *et al.*, 2016).

3.7 CONCLUSIONES

El área de cultivo de la pitahaya en El Salvador es pequeña (8.2 ha). Pero por la observación en esta investigación el área podría incrementarse a medida se impulse en las tierras que están aptas para establecerse y se promueve el mercado. El germoplasma silvestre ofrece las características preferidas por los informantes; entonces una selección de este germoplasma tiene buenas perspectivas para colocarse en el mercado nacional e internacional. Con los cultivadores de pitahaya se podría mantener encuentros o formaciones periódicas en el manejo, administración y comercialización, que permitiría impulsar y crecer en este rubro como alternativa económica.

Un aspecto del manejo hasta ahora descuidado, son los tutores. Se sugiere que los tutores vivos se pueden diversificar con las especies arbóreas preferidas por las pitahayas que se encuentran en la vegetación circundante.

Para promover el mercado nacional es necesario informar a la población en general las bondades y beneficios que provee el consumo de la pitahaya (tallo y fruto), para valorar el capital natural que posee nuestra vegetación.

3.8 LITERATURA CITADA

- Agarwala, S. C., Chatterjee, C., Sharma, P. N., Sharma, C. P. & Nautiyal, N. 1979. Pollen development in maize plants subjected to molybdenum deficiency. *Canadian Journal of Botany*, 57, 1946-1950.
- Beltrán Cañas, A. 2013. Manejo del cultivo de la pitahaya (*Hylocereus undatus* Britton & Rose) nativas e introducidas en El Salvador. No publicado. Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal (CENTA). Ciudad Arce, La Libertad, El Salvador.
- Beltrán Cañas, A. (Mayo 2019). *Comunicación personal sobre el cultivo de pitahaya en El Salvador*. Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal (CENTA). Ciudad Arce, La Libertad, El Salvador.
- Cabrera Verdesoto, C. A., Cabrera Verdesoto, R. P., Morán Morán, J. J., Terán Macías, J. S., Molina Triviño, H. M., Meza Bone, G. A. & Tamayo Lema, C. L. 2018. Evaluación de dos abonos orgánicos líquidos en la producción del cultivo de pitahaya (*Hylocereus undatus*) en el litoral ecuatoriano. *La Técnica*, 20, 29-39.

- Casas, A., Otero-Arnaiz, A., Pérez-Negrón, E. & Valiente-Banuet, A. 2002. Manejo y domesticación de cactáceas en Mesoamérica. *Zonas Áridas*, 7(1), 73-103.
- Castillo Martínez, R., Ebel, R., Calix de Dios, H., Ferral Piña, J. & Nava Padilla, R. 2016. *Guía para la producción sostenible de pitahaya en la Península de Yucatán, México*. No publicado. Mérida, Yucatán, México.
- Castro, A., Lascurain-Rangel, M., Gómez-Díaz, J. A. & Sosa, V. 2018. Mayan homegardens in decline: The case of the pitahaya (*Hylocereus undatus*), a vine cactus with edible fruit. *Tropical Conservation Science*, 11, 1-10.
- Fernández Argüelles, R., Terán Verzola, W., Valencia Martínez, N., Reyes Guerra, A., Valdivieso Freire, E., Cando Garcés, K. & Alvarado Romero, J. 2019. *Producción de pitahaya en el Ecuador, taxonomía y resultados recientes de investigaciones científicas*. Editorial Grupo Compás, Guayaquil, Ecuador.
- Fernández de Oviedo, G. 1851. *Historia general y natural de las Indias, Islas y Tierra-Firme del Mar Oceano*. Real Academia de la Historia. Madrid, España.
- Le Bellec, F., Vaillant, F. & Imbert, E. 2006. Pitahaya (*Hylocereus* spp.): a new fruit crop, a market with a future. *Fruits*, 61(4), 237-250.
- Lobo, R., Bender, G., Tanizaki, G., Fernández De Soto, J. & Aguiar, J. 2013. *Pitahaya or dragon fruit production in California: a research update*. University of California – Agriculture and Natural Resources Division (UCANR). Berkeley, California, USA. Disponible: <https://ucanr.edu/sites/sdsmallfarms/files/172469.pdf> [Consultado: noviembre, 2018].
- López-Turcios, O. & Guido-Miranda, A. 1998. Evaluación de dosis de nitrógeno y fósforo en el cultivo de pitahaya (*Hylocereus undatus*). *Agronomía Mesoamericana*, 9(1), 66-71.
- López Avilés, C. J. & Espinoza Borges, D. B. 2018. *Caracterización de seis genotipos de pitahaya (Hylocereus undatus Britt and Rose), rendimiento en fruta e identificación de organismos asociado a la pitahaya, en Masaya*. Tesis Ingeniero Agrónomo, Universidad Nacional Agraria. Managua. Nicaragua.
- López Díaz, H. & Guido Miranda, A. 2002. *Guía tecnológica VI, cultivo de la pitahaya*. Instituto Nicaragüense de Reforma Agraria, Managua, Nicaragua.
- Meráz Alvarado, M. D. R., Gómez Cruz, M. Á. & Schwentesius, R. 2003. Pitahaya de México, producción y comercialización en el contexto internacional. In: Flores Valez, C. A. (ed.) *Pitayas y pitahayas*. Centro de Investigación Económicas, Sociales y

Tecnológicas de la Agroindustria y la Agricultura Mundial, Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Texcoco, México. pp. 97-121.

- Monterrey, J., Cerda, B. & Quintero, N. 2014. *Historia del cultivo de la pitahaya (Hylocereus undatus) en la Meseta de los Pueblos, Nicaragua, I parte*. Boletín de Prospección Tecnológica: Fundación para el Desarrollo Tecnológico Agropecuario y Forestal de Nicaragua. Disponible: <http://www.renida.net.ni/renida/funica/REA01-M778.pdf>. [Consultado: julio, 2019].
- Nerd, A., Sitrit, Y., Kaushik, R. A. & Mizrahi, Y. 2002. High summer temperatures inhibit flowering in vine pitaya crops (*Hylocereus* spp.). *Scientia Horticulturae*, 96, 343-350.
- OIRSA/VIFINEX. 2000. *Manual Técnico: Buenas prácticas para el cultivo de la Pitahaya*. Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria. Managua, Nicaragua. Disponible: <https://www.oirsa.org/contenido/biblioteca/MANUALPITHAYA.pdf> [Consultado: julio, 2019].
- Osuna-Enciso, T., Valdez-Torres, J. B., Sañudo-Barajas, J. A., Muy-Rangel, M. D., Hernández-Verdugo, S., Villarreal-Romero, M. & Osuna-Rodríguez, J. M. 2016. Fenología reproductiva, rendimiento y calidad del fruto de pitahaya (*Hylocereus undatus* (Haw.) Britton and Rose) en el valle de Culiacán, Sinaloa, México. *Agrociencia*, 50(1), 61-78.
- Osuna Enciso, T., Ibarra Zazueta, M. E., Muy Rangel, M. D., Valdez Torres, J. B., Villarreal Romero, M. & Hernández Verdugo, S. 2011. Calidad postcosecha de frutos de pitahaya (*Hylocereus undatus* Haw.) cosechados en tres estados de madurez. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 34, 63-72.
- Pilbeam, D. & Kirkby, E. 1983. The physiological role of boron in plants. *Journal of Plant Nutrition*, 6(7), 563-582.
- Rodríguez-Canto, A. 2000. Producción y comercialización de pitahayas en México. *Claridades Agropecuarias*, 82, 3-39.
- Solís Martínez, B. 2014. *Polinización y amarre de fruto de pitahaya solferina (Hylocereus sp.) en la Mixteca Poblana*. Tesis Maestría en Ciencias, Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo. Texcoco, México.
- Wu, J. C. S. 2005. *Manual del cultivo de la pitahaya*. ICTA. Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola. Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentos. Ciudad de Guatemala, Guatemala. Disponible: <http://www.icta.gob.gt/publicaciones/Pitaya/Manual%20del%20cultivo%20de%20la%20Pitaya.pdf> [Consultado: Agosto, 2019].

CONCLUSIONES GENERALES

En El Salvador la pitahaya se aprovecha principalmente a nivel casero y a partir de poblaciones silvestres, con un mínimo de manejo. Permanece como un cultivo subutilizado.

La forma de uso más frecuente de la pitahaya es la ingestión como fruta fresca y agua (fresco). El uso medicinal (en humanos y animales) es en menor escala pero mayor que el resto de usos reportados. El sabor del fruto es el criterio que llevó a informantes a cultivar la pitahaya en sus jardines, huertos o propiedades. El cultivo es más frecuente en el occidente y centro, mientras en la zona oriental se observó un menor nivel de cultivo intencional.

La dulzura junto con una pitahaya de pulpa roja fue la preferencia de los entrevistados en la zona occidental y central a diferencia de oriente que prefirió consumir frutas ácidas. El registro de poblaciones con alta dulzura podría proveer la base para potenciar y propagar este carácter en programas de selección y mejoramiento.

Al parecer, rasgos culturales de las etnias prehispánicas aún subsisten en la población informante en El Salvador. Se expresa en las preferencias y formas de consumo de la pitahaya, que se agrupan en las regiones geográficas que fueron ocupadas por éstos.

Se registraron cuatro genotipos y al menos dos especies de pitahayas en El Salvador, las cuales presentan caracteres morfológicos con amplia variación, principalmente en tallo y flor. Un genotipo posiblemente representa una especie aun no descrita: llamada “cimarrona” se ubica a mayor altitud que las dos especies identificadas. Éstas últimas comparten forofitos y condiciones ambientales similares. Los informantes no manejan una clasificación tradicional arraigada sobre las pitahayas, esto es puntual en los sitios donde tienen cultivares y plantas silvestres.

La mayor frecuencia de poblaciones silvestres de pitahayas se registra en los fragmentos de vegetación silvestre en áreas de cultivo, márgenes de calles y áreas abiertas. La vegetación circundante de parcelas agrícolas sería apta para servir de tutores vivos, y permitir un ingreso adicional. Para este fin, sería mejor aún si la vegetación de los márgenes contenga las especies arbóreas preferidas por las pitahayas. Se pueden hacer ensayos para su adaptación a la presión de tutores vivos, dado que se requieren podas. Igualmente, se debe fomentar el uso de tutores

vivos en plantaciones comerciales, que sean aptas para las condiciones ambientales, que soporten dicha poda y sean atractivos para polinizadores.

El área de cultivo de pitahaya en el país es poco, pero tiene un potencial enorme para establecerse. Existen algunos problemas, como la falta de amarre de los frutos, posiblemente debido la carencia de polinizadores, así como el daño por animales. Se considera que es posible encontrar soluciones factibles y económicas a estos problemas a corto o mediano plazo. Divulgar las bondades del consumo de pitahaya y facilitar información sobre su cultivo, así como acercar el cultivo a los productores y consumidores, es de vital importancia para que se promueva la comercialización interna del fruto.

ANEXOS

Anexo 1. Encuesta

COLEGIO DE POSTGRADUADOS, CAMPUS MONTECILLO

Maestría en Ciencias, posgrado en Botánica

No. _____

Encuesta sobre: **Criterios de selección de pitahaya (*Selenicereus*, Cactaceae) en El Salvador.**



Departamento: _____, Municipio: _____, Cantón: _____

Caserío: _____. Coordenadas: _____; altitud: _____

Fecha: _____. Descripción de la vegetación circundante donde reside: _____

Indicaciones: responda brevemente en base a su experiencia en el consumo o uso de la pitahaya y la visión de futuro de esta fruta en el país. Puede seleccionar una o varias opciones de respuesta.

Objetivo: Analizar los usos, clasificación y criterios de selección tradicional que los salvadoreños utilizan en las especies de pitahaya.

A) Usos de las pitahayas

1. ¿Ha comido usted pitahaya?

Si	No
----	----

2. ¿Desde cuándo? _____. ¿Quién le enseñó?

Podría decirme como se la ha comido: _____

¿Ha usado usted pitahaya como medicina?

Si	No
----	----

Para que malestar o enfermedad la ha utilizado:

Cáncer ____, Gastritis ____, Caída del cabello ____, Dolor de cabeza ____,

Mal de orín ____, Otros: _____

Podría decirme como la ha usado: _____

Como obtuvo el conocimiento: _____

¿Qué parte ha utilizado?: Tallo ____, Cascara ____, Liga ____, Flores ____, Frutos ____

3. ¿Ha usado usted pitahaya en adornos o arreglos con otras flores, como ornamental en su jardín?

Si	No
----	----

Podría decirme como la ha usado: _____

4. ¿Ha utilizado la pitahaya en algún acto cultural o religioso?

Si	No
----	----

¿Podría decirme en cual y cómo?

B) Clasificación tradicional y cultural

5. ¿Cómo distingue usted el fruto de la pitahaya de cualquier otra planta o fruto?

6. ¿Cuál es la parte que le gusta más de la pitahaya?

Tallo: espinoso ____, levemente espino ____, ¿Por qué?: _____

Flor: color ____, tamaño ____, olor ____, ¿Por qué?: _____

Fruto: forma ____, color ____, consistencia ____, sabor ____, ¿Por qué?: _____

7. ¿Cuál es el sabor del fruto que más le gusta?

Simple ____, dulce/acido ____, dulce ____, no importa ____, otro ____

Si tuviera pitahayas de todos estos sabores como los ordenaría:

a. b. c. d.

8. ¿Ha notado formas diferentes en las pitahayas?

Si	No
----	----

¿En qué parte?: tallo ____, flor ____, o fruto ____

¿Cómo ordenaría esas diferencias?

¿Qué nombre le pondría a la forma del fruto que más le gusta? _____

9. ¿Conoce algún otro nombre que le den a la pitahaya?

Si	No
----	----

¿Cuál? _____ ¿Cómo selecciona el fruto que se va a comer? _____

C. Criterios de selección de los frutos y material vegetal para cultivar

10. ¿Cuál es el color de la pulpa que más le gusta?

Roja ____, Blanca ____, Rosado ____, No importa ____, Ninguna ____

Grados Brix, _____

11. ¿Cuál es la forma del fruto que más le gusta?

Redonda ____, Forma de huevo ____, Alargada ____, Otra ____, No importa

Medidas: Largo _____, ancho _____

12. ¿Cómo le gusta que sea el tallo de las pitahayas?

Espinas pequeñas ____, espinas grandes ____, No importa ____

13. ¿Ha seleccionado sus plantas de pitahaya?

Si ____, No ____.

Cual criterio utilizo: sabor, forma, color, tamaño, pulpa

¿Cuál es el seleccionado? _____

¿Porque? _____

Las plantas de pitahaya que tiene porque las seleccionó:

Por su fácil propagación ____, no requiere mantenimiento ____, se adaptan a su terreno ____,

por que producen bastante ____, por la forma del fruto ____, porque es la que más se vende

_____, Otros _____

D. Cultivo y comercialización

14. ¿Ha cultivado usted pitahaya?

Si No

Le gustaría cultivarla

Si No

Porque si o porque no:

Podría decirme cual fue la razón que llevo a cultivarla:

De donde obtuvo la planta para su cultivo:

Bosque ____, Cultivo ____, Vecino ____, Otra fuente ____, Cual _____

Lo cultiva para consumo familiar ____, para vender ____, por pasatiempo ____

Ha vendido las pitahayas alguna vez: Si No Ha comprado pitahayas: Si No

En cuanto: _____

Donde ha vendido o comprado las frutas: vecinos ____, Mercado local ____,

supermercado ____, comprador intermedio ____,

otros _____

15. Cuantas pitahayas vende por cosecha: _____

Cuantas cosechas al año tiene: _____

Cuál es el color que más se vende _____, y el sabor _____, tamaño:

16. ¿Cómo hace usted para cortar y transportar las pitahayas?

17. Si le regalaran un pedazo de pitahaya para sembrar como le gustaría que fuese en:
Tallo: ____, Como: _____
Frutos: ____, Como: _____
¿Cuáles son los problemas o enfermedades que ha tenido?
No se pegan las flores: __, ataque de insecto: __, amarillamiento: __, daños en el tallo:

Otros cual:

Hay robos de las pitahayas:

E. Datos del encuestado

18. ¿Sexo?: M – F. Nombre: _____. ¿Cuántos años tiene?: ____

19. ¿Hasta qué año estudio?

1 a 3 grado

4 a 6 grado

7 a 9 grado

Bachillerato

Universitario

Ninguno

Técnico

20. ¿Cuántos miembros son en su familia? Adultos: H____, M____, niños____, niñas____

21. ¿Se dedica o dedicó a la agricultura?: _____.

22. Grupo étnico: _____, ¿es originario de aquí?:

Comentario general:

Anexo 2. Forofitos y sustratos registrados para las pitahayas (*Selenicereus* spp.) en El Salvador.

No	Nombre común	Nombre científico	Frecuencia	Porcentaje
1	Conacaste	<i>Enterolobium cyclocarpum</i> (Jacq.) Griseb.	109	15.96
2	Zorra	<i>Samanea saman</i> (Jacq.) Merr.	71	10.40
3	Sobre roca	-	57	8.35
4	Amate	<i>Ficus</i> sp.	31	4.54
5	Morro (<i>C. alata</i>)	<i>Crescentia alata</i> Kunth	26	3.81
6	Ceiba	<i>Ceiba pentandra</i> (L.) Gaertn.	23	3.37
7	Almendo de río	<i>Andira inermis</i> (W. Wright) Kunth ex DC.	22	3.22
8	Cebito o tigiilote	<i>Cordia dentata</i> Poir.	19	2.78
9	Madrecacao	<i>Gliricidia sepium</i> (Jacq.) Kunth ex Walp.	19	2.78
10	Muro de casa	-	17	2.49
11	Izote	<i>Yucca guatemalensis</i> Baker	16	2.34
12	Árbol seco	-	11	1.61
13	Laurel	<i>Cordia alliodora</i> (Ruiz & Pav.) Oken	11	1.61
14	Flor de Mayo	<i>Plumeria rubra</i> L.	10	1.46
15	Güiligüiste	<i>Karwinskia calderonii</i> Standl.	10	1.46
16	Conacaste blanco	<i>Albizia adinocephala</i> (Donn. Sm.) Britton & Rose ex Record	9	1.32
17	Copinol	<i>Hymenaea courbaril</i> L.	9	1.32
18	Jiote	<i>Bursera simaruba</i> (L.) Sarg.	9	1.32
19	Nacascolo	<i>Caesalpinia coriaria</i> (Jacq.) Willd.	9	1.32
20	Aceituno	<i>Simarouba glauca</i> DC.	8	1.17
21	Cicahuite	<i>Lysiloma auritum</i> (Schltdl.) Benth.	8	1.17
22	Maquilishuat	<i>Tabebuia rosea</i> (Bertol.) DC.	8	1.17
23	Mango	<i>Mangifera indica</i> L.	7	1.02
24	Tempisque	<i>Sideroxylon capiri</i> subsp. <i>tempisque</i> (Pittier) T.D. Penn.	7	1.02
25	Sobre suelo	-	7	1.02
26	Cerco de piedra	-	6	0.88
27	Guachipilin	<i>Diphysa americana</i> (Mill.) M. Sousa	6	0.88

28	Jocote	<i>Spondias</i> sp.	6	0.88
29	Morro (C. cujete)	<i>Crescentia cujete</i> L.	6	0.88
30	Pito	<i>Erythrina berteroana</i> Urb.	6	0.88
31	Poste de cemento	-	6	0.88
32	Caulote	<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	5	0.73
33	Guachimol	<i>Pithecellobium dulce</i> (Roxb.) Benth.	5	0.73
34	Pepeto de rio	<i>Inga vera</i> subsp. <i>vera</i> Willd.	5	0.73
35	Plumajillo	<i>Alvaradoa amorphoides</i> Liebm.	5	0.73
36	Sobre cerco	-	5	0.73
37	Chilamate	<i>Sapium macrocarpum</i> Müll. Arg.	4	0.59
38	Palo de mora	<i>Maclura tinctoria</i> subsp. <i>tinctoria</i> (L.) D. Don ex Steud.	4	0.59
39	Quebracho	<i>Lysiloma acapulcense</i> (Kunth) Benth.	4	0.59
40	Aguacate	<i>Persea americana</i> Mill.	3	0.44
41	Chaperno	<i>Lonchocarpus</i> sp.	3	0.44
42	Cola de pava	<i>Trichilia</i> sp.	3	0.44
43	Tempate	<i>Jatropha curcas</i> L.	3	0.44
44	Aguja de arra	<i>Xylosma flexuosa</i> (Kunth) Hemsl.	2	0.29
45	Anona	<i>Annona reticulata</i> L.	2	0.29
46	Cabo de hacha (L.candida)	<i>Luehea candida</i> (Moc. & Sessé ex DC.) Mart	2	0.29
47	Chupamiel	<i>Combretum fruticosum</i> (Loefl.) Stuntz	2	0.29
48	Fabaceae	NI	2	0.29
49	Memble	<i>Poeppegia procera</i> C. Presl.	2	0.29
50	San Andrés	<i>Tecoma stans</i> (L.) Juss.ex Kunth	2	0.29
51	Shilo	<i>Pseudobombax ellipticum</i> (Kunth) Dugand	2	0.29
52	Terciopelo	<i>Sloanea terniflora</i> (Moc. & Sessé ex DC.) Standl.	2	0.29
53	Árbol de zope (Piscidia sp.)	<i>Piscidia grandifolia</i> var. <i>grandifolia</i> (Donn. Smith) I.M. Johnst	1	0.15
54	Bambú	<i>Bambusa vulgaris</i> Schrad. ex J.C. Wendl.	1	0.15
55	Barretero	<i>Guarea glabra</i> Vahl.	1	0.15

56	Barreto	<i>Zinowiewia cuneifolia</i> Lundell	1	0.15
57	Bejuco de alambre, tierra	NI	1	0.15
58	Caoba	<i>Swietenia humilis</i> Zucc.	1	0.15
59	Carao	<i>Cassia grandis</i> L.f.	1	0.15
60	Castaño	<i>Sterculia apetala</i> (Jacq.) H. Karst	1	0.15
61	Cedro	<i>Cedrela odorata</i> L.	1	0.15
62	Cedro real	<i>Cedrela salvadorensis</i> Standl.	1	0.15
63	Ceibillo	<i>Ceiba aesculifolia</i> (Kunth) Britten & Baker f.	1	0.15
64	Chaparro	<i>Curatella americana</i> L.	1	0.15
65	Chaquirrio	<i>Colubrina arborescens</i> (Mill.) Sarg.	1	0.15
66	Ciprés	<i>Cupressus lusitanica</i> Mill.	1	0.15
67	Cojón	<i>Stemmadenia donnell-smithii</i> (Rose) Woodson Ann.	1	0.15
68	Cola de pava (<i>Trichilia havanensis</i>)	<i>Trichilia havanensis</i> Jacq.	1	0.15
69	Contondrón	<i>Ilex pallida</i> Standl.	1	0.15
70	Copalillo	<i>Bursera graveolens</i> (Kunth) Triana & Planch.	1	0.15
71	Cordoncillo	<i>Piper tuberculatum</i> Jacq.	1	0.15
72	<i>Cornutia pyramidata</i>	<i>Cornutia pyramidata</i> L.	1	0.15
73	Cultivo en Huerto	-	1	0.15
74	<i>Dalbergia glabra</i>	<i>Dalbergia glabra</i> (Mill.) Standl.	1	0.15
75	Durazno	<i>Prunus persica</i> (L.) Batsch	1	0.15
76	Granadillo	<i>Dalbergia</i> sp.	1	0.15
77	Huesito	<i>Allophylus racemosus</i> (Sw.) Radlk	1	0.15
78	Istamalillo	NI	1	0.15
79	Jocote de corona	<i>Spondias purpurea</i> L.	1	0.15
80	Laurel de la India	<i>Ficus benjamina</i> L.	1	0.15
81	Limón	<i>Citrus aurantifolia</i> (Christm.) Swingle	1	0.15
82	Mano de león	<i>Dendropanax arboreus</i> (L.) Decne. & Planch.	1	0.15
83	Matazano	<i>Casimiroa sapota</i> Oerst.	1	0.15
84	Mirra	<i>Jacquinia longifolia</i> Standl.	1	0.15

85	Myrospermum frutescens	<i>Myrospermum frutescens</i> Jacq.	1	0.15
86	Naranja	<i>Citrus sinensis</i> (L.) Osbeck	1	0.15
87	Nispero	<i>Manilkara zapota</i> (L.) P. Royen	1	0.15
88	Palma de sombrero	<i>Sabal mexicana</i> Mart.	1	0.15
89	Papaturro	<i>Coccoloba caracasana</i> Meisn.	1	0.15
90	Pie de venado	<i>Bauhinia unguolata</i> L.	1	0.15
91	Roble de bajo	<i>Licania arborea</i> Seem	1	0.15
92	Rondeletia	<i>Rondeletia</i> sp.	1	0.15
93	Sauce	<i>Salix humboldtiana</i> Willd.	1	0.15
94	Sincuya	<i>Annona purpurea</i> Moc. & Sessé ex Dunal	1	0.15
95	Tambor	<i>Alchornea latifolia</i> Sw.	1	0.15
96	Tatascamite	<i>Perymenium grande</i> var. <i>grande</i> Hemsl.	1	0.15
97	Tecomasuche	<i>Cochlospermum vitifolium</i> (Willd.) Spreng.	1	0.15
98	Urticaceae (olor a mentol)	<i>Acalypha</i> sp.	1	0.15
99	Volador	<i>Terminalia oblonga</i> (Ruiz & Pav.) Steud.	1	0.15
	Total		683	100.00

Anexo 3. Propietarios de cultivo de pitahaya (secc. *Hylocereus*, *Selenicereus*, Cactaceae) en El Salvador.

No	Propietario	Lon	Lat	alt	Área m ²	Departamento	Municipio	Localidad	Variedad
1	Propietario 1			837	900	Ahuachapán	Ahuachapán	Caserío Salutiupan, cantón El Barro	Orejona
2	Propietario 2			653	100	Ahuachapán	Ahuachapán	Cantón Palo Pique	Orejona
3	Propietario 3			716	20	Ahuachapán	Ahuachapán	Caserío Girón	Orejona
4	Propietario 4			1025	7000	Ahuachapán	Apaneca	Finca La Primera, cantón Quezalapa	Cimarrona y Orejona
5	ENA			465	3500	La Libertad	Ciudad Arce	Escuela Nacional de Agricultura	Lisa, Cebra, Rosa, Orejona e inician con germoplasma nativo, evaluado en diferentes tutores vivos
6	CENTA			458	10500	La Libertad	Ciudad Arce	Centro Nacional de Transferencia de Tecnología	Rosa, Lisa, Cebra y Orejona
7	Propietario 7			962	875	La Libertad	Tepecoyo		Orejona
8	MUHNES			698	130	San Salvador	San Salvador	Final calle Los Viveros, Col. Nicaragua	Germoplasma silvestre en poste de cemento
9	Propietario 9			19	10000	San Vicente	Tecoluca	Hacienda Vaquerano	Rosa, Lisa, Cebra y Orejona
10	Propietario 10			853	1750	Santa Ana	Coatepeque		Orejona
11	Propietario 11			1043	1750	Sonsonate	Juayúa	Beneficio El 98	Cimarrona y Orejona
12	Propietario 12				14000	Sonsonate	Juayúa		Orejona
13	Propietario 13			673	3500	Sonsonate	Armenia	Armenia	Orejona
14	Propietario 14			652	14000	Sonsonate	Izalco		Orejona
15	Propietario 15			32	7000	Usulután	Usulután	Cantón La Joya	Orejona
16	Propietario 16			66	100	Usulután	Usulután	Cantón La Joya	Todas variedades
17	Propietario 17			923	200	Usulután	Tecapán	Finca Sn Ramón, Cantón Cerro Verde	<i>S. undatus</i> , silvestre
18	Propietario 18			1012	7000	Usulután	Tecapán	Finca Santa Emilia Cantón Cerro Verde	Orejona