

Universidad de El Salvador
Facultad de Ciencias Agronómicas



Elaboración de una guía para el cultivo de la pitahaya (*Hylocereus undatus*) con visión agroecológica.

Tesina presentada por:

Pamela Michelle Martínez García

Ciudad Universitaria, diciembre 2021.

Universidad de El Salvador
Facultad de Ciencias Agronómicas
Departamento de Recursos Naturales y Medio Ambiente
Gestión Integral de Sistemas Productivos Agroecológicos



Elaboración de una guía para el cultivo de la pitahaya (*Hylocereus undatus*) con visión agroecológica.

Tesina elaborada por:

Pamela Michelle Martínez García

Requisito para optar al título de:

Ingeniera Agrónoma

Ciudad Universitaria, diciembre 2021.

Universidad de El Salvador

Rector:

Lic. M. Sc. Roger Armando Arias Alvarado

Secretario General:

Lic. M. SC. Francisco Antonio Alarcón Sandoval

Facultad de Ciencias Agronómicas

Decano:

Ing. Agr. Francisco Lara Ascencio

Secretario:

Ing. Agr. M. Sc. Balmore Martínez Sierra

Jefe del Departamento de Recursos Naturales y Medio Ambiente:

Ing. Agr. M. Sc. José Mauricio Tejada Ascencio

Docentes directores:

Ing. M. Sc. Ph. D. Miguel Ángel Hernández Martínez

Ing. Agr. M. Sc. José Mauricio Tejada Ascencio

Coordinador general de Procesos de Graduación:

Ing. Agr. M. Sc. Nelson Bernabé Granados

Índice

1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	2
3. OBJETIVOS.....	3
3.1. Objetivo general.....	3
3.2. Objetivos específicos.....	3
4. ESTADO DEL ARTE	4
5. REVISIÓN DE LITERATURA	6
5.1 Agroecología	6
5.1.1 Conceptos	6
5.1.2 Principios agroecológicos	7
5.2 Descripción de la Pitahaya	8
5.2.1 Taxonomía	8
5.2.2 Origen y distribución	10
5.2.3 Morfología.....	11
5.2.4 Raíz.....	12
5.2.5 Tallo.....	14
5.2.6 Flor	15
5.2.7 Fruto.....	18
5.2.8 Aspectos nutricionales y usos.....	19
5.3. Manejo del cultivo.....	22
5.3.1 Requerimientos climáticos y edáficos.	22
5.3.2 Propagación	24
5.3.3 Siembra	28
5.3.4 Tutoros	32
5.3.5 Fertilización	39
5.3.6 Riego	41
5.3.7 Podas.....	41
5.3.8 Polinización	46
5.3.9 Control de plagas y enfermedades.....	50
5.3.10 Control de plantas arvenses.	61
5.3.11 Cosecha	62

6. METODOLOGÍA.....	65
6.1. Descripción del lugar de estudio.....	65
6.2. Materiales, instrumentos y equipo de la investigación.	67
6.3. Tipo de investigación.....	67
6.4. Metodología de oficina.	67
Elaboración del proyecto de investigación.....	67
6.5. Metodología de campo.	68
6.5.1. Selección del lugar.....	68
6.5.2. Delimitación del área de vivero.....	68
6.5.3. Colección de material experimental.....	68
6.5.4. Montaje del experimento.....	68
7. RESULTADOS.....	70
9. CONCLUSIONES.....	83
10. BIBLIOGRAFÍAS.....	84
ANEXOS.....	90

Índice de cuadros.

Cuadro 1.	Clasificación taxonómica de la pitahaya (Gunasena <i>et al.</i> 2006).....	8
Cuadro 2.	Países productores y exportadores de pitahaya (OIRSA 2000).....	11
Cuadro 3.	Contenido de nutrientes de la pitahaya en 100 g.....	21
Cuadro 4.	Usos de la pitahaya (Gamboa 2019).....	21
Cuadro 5.	Condiciones óptimas para el cultivo de pitahaya (Gunasena <i>et al.</i> 2006).....	24
Cuadro 6.	Distancia de siembra de <i>H. undatus</i> (Sánchez 2017).....	31
Cuadro 7.	Consideraciones para utilizar tutores vivos (Procomer 2018).....	34
Cuadro 8.	Consideraciones para utilizar tutores muertos (Procomer 2018).....	36
Cuadro 9.	Consideraciones para el uso de tutores pre fabricados (Procomer 2018).....	36
Cuadro 10.	Insectos asociados a la flor de <i>H. undatus</i> en Yucatán (Ferral <i>et al.</i> 2012).....	48
Cuadro 11.	Ciclos de producción de la pitahaya (INTA 2000).....	63
Cuadro 12.	Diferentes estados de madurez fisiológica del fruto de pitahaya (CECA 2000).....	63
Cuadro 13.	Recomendaciones de manejo agroecológico del cultivo de pitahaya.....	70
Cuadro 14.	Características de variedades de pitahaya: Orejona, Lisa, Cebrá y Rosa.....	75
Cuadro 15.	Características de cuatro clones comerciales de pitahaya.....	80
Cuadro 16.	Características morfológicas iniciales del cultivo de pitahaya variedad Orejona.....	81
Cuadro 17.	Características morfológicas iniciales del cultivo de pitahaya variedad Lisa.....	81
Cuadro 18.	Características morfológicas iniciales del cultivo de pitahaya variedad Cebrá.....	82
Cuadro 19.	Características morfológicas iniciales del cultivo de pitahaya variedad Rosa.....	82

Índice de figuras

Figura 1.	Planta de pitahaya en fructificación.....	9
Figura 2.	Planta de pitahaya en CENTA.....	10
Figura 3.	Fruto de pitahaya en maduración en CENTA.....	12
Figura 4.	Raíces primarias de la pitahaya.....	13
Figura 5.	Raíces adventicias de pitahaya.....	13
Figura 6.	Cladodios de pitahaya en CENTA.....	15
Figura 7.	Botón floral de pitahaya en CENTA.....	16
Figura 8.	Flor de pitahaya.....	17
Figura 9.	Esquema floral de <i>H. undatus</i>	17

Figura 10.	Fruto de pitahaya	18
Figura 11.	Fruto de pitahaya con brácteas notorias en CENTA.	19
Figura 12.	Fruto maduro de pitahaya	19
Figura 13.	Esquejes de pitahaya	26
Figura 14.	Enraizamiento de esquejes.....	26
Figura 15.	Siembra de esquejes en bolsas de vivero	28
Figura 16.	Siembra directa de pitahayas	30
Figura 17.	Siembra de trasplante	30
Figura 18.	Esquema de siembra en cuadro para pitahaya.....	32
Figura 19.	Esquema de siembra triangular (tresbolillo).	32
Figura 20.	Arreglo tres bolillos en plantación de pitahaya	33
Figura 21.	Sistema de cultivo de pitahaya con tutores vivos.....	34
Figura 22.	Siembra de pitahaya con tutores muertos.	35
Figura 23.	Cultivo de pitahaya con tutores pre fabricados.....	37
Figura 24.	Distancia de siembra y distancia de tutores en el sistema tradicional	37
Figura 25.	Aplicación de biofertilizante al momento de la siembra.	40
Figura 26.	Desarrollo de brotes vegetativos en vivero (izq.) desarrollo de brotes vegetativos en planta ya establecida (der.).....	42
Figura 27.	Podas de tutores	45
Figura 28.	<i>Leptonycteris curasoae</i> polinizando pitahaya.....	47
Figura 29.	<i>Choeronycteris mexicana</i> polinizando cactácea (Feral 2012).	47
Figura 30.	<i>Manduca sexta</i> (izq.) y <i>Manduca rustica</i> (der.)	48
Figura 31.	Pudrición del fruto por <i>Fusarium sp.</i>	51
Figura 32.	Amarillamiento generalizado (A) y raíces afectadas por <i>Fusarium spp.</i> (B, C).....	51
•	Antracnosis del tallo y el fruto (<i>Colletotrichum gloesporioides</i>).....	52
Figura 33.	Síntomas ocasionados por antracnosis en la vaina.....	52
Figura 34.	Cladodio afectado por <i>E. catovora</i>	53
Figura 35.	Ojo de pescado en tallo y fruto de pitahaya.....	54
Figura 36.	Daños ocasionados por <i>Dasiops saltans</i> . A. Botones rojizos infestados por <i>D. saltans</i> . B. Daño interno del botón floral. C. Larva consumiendo las estructuras reproductivas del botón floral. D. Orificio de salida de Larva.	55
Figura 37.	<i>Dasiops saltans</i> (Mora 2011).	55
Figura 38.	Larva (izq.) y adulto (der.) de <i>Alberada bidentella</i> (INIAP 2020).....	56

Figura 39.	Flor y fruto afectados por la larva de la palomilla	57
Figura 40.	Abejas Meliponas sp.....	57
Figura 41.	Botón floral sano (izq.) vs. botón floral afectado por <i>L. zonatus</i> (der.).....	58
Figura 42.	Chinches patas de hoja sobre vaina de pitahaya	59
Figura 43.	Hormigas sobre vaina de pitahaya	59
Figura 44.	Daños ocasionados por pájaros en fruto de pitahaya.	60
Figura 45.	Localización del vivero en la UES	65
Figura 46.	Localización de finca Flor de Lis.....	66
Figura 47.	Tallos de pitahaya Orejona	75
Figura 48.	Frutos de pitahaya orejona	76
Figura 49.	Fruto maduro	76
Figura 50.	Tallo de pitahaya lisa	77
Figura 51.	Fruto de pitahaya Lisa.	77
Figura 52.	Fruto maduro de pitahaya lisa.....	78
Figura 53.	Tallos de variedad Cebra	78
Figura 54.	Fruto de pitahaya variedad cebra.....	79
Figura 55.	Fruto en maduración (izq.) y fruto ya maduro (der.).....	79
Figura 56.	Tallos de pitahaya Rosa	79
Figura 57.	Frutos maduros de pitahaya Rosa	80
Figura 58.	Fruto de pitahaya rosa en maduración.....	80

Índice de anexos

Anexo 1.	Cronograma de labores agrícolas en el cultivo de pitahaya.	90
Anexo 2.	Comportamiento de los ciclos de floración y producción de clones de pitahaya	91
Anexo 3.	Fase de vivero de pitahayas en la Facultad de Ciencias Agronómicas.....	92
Anexo 4.	Siembra directa de cuatro variedades de pitahaya (Orejona, Lisa, Rosa y Cebra) en la finca Flor de Lis, departamento de Santa Ana.	93

Resumen

La pitahaya o dragonfruit (*Hylocereus undatus*) es una planta perenne que pertenece a la familia de las cactáceas. Es de origen centroamericano y se encuentra distribuida en países como Colombia, Venezuela, Uruguay, Panamá, Brasil, Costa Rica, Nicaragua y México.

Posee una flor que es hermafrodita, y mide de 15 a 30 cm de largo; es vistosa, de color blanco o rosado. La pitahaya puede desarrollarse sobre árboles, troncos secos, piedras y muros. La primera cosecha se da a los 18 meses después de la siembra y comienza su producción importante a partir del tercer año. Las plantas de 3 a 4 años de edad pueden producir alrededor de 220 libras (100 kg) de fruta por año. Asimismo, cada fruta puede llegar a pesar desde 200 gramos hasta más de 1 kilogramo. Cabe destacar que, la vida de una plantación de pitahaya es de 15 a 20 años.

Por su potencial económico, por su amplia adaptación a lugares áridos y semi-áridos se considera como un recurso alimentario y económico muy valioso. La pitahaya es un fruto que se produce en los meses de agosto y septiembre, es un producto de exportación y de consumo nacional, los principales países exportadores son Nicaragua, México y Colombia, siendo Nicaragua el país que exporta 6,160 toneladas anuales. El período de maduración de la pitahaya oscila de 8 a 15 días dependiendo de las condiciones ambientales en las que se encuentre.

El cultivo de la pitahaya es una alternativa para el desarrollo económico regional ya que las plantaciones generan empleos y proporcionan valor agregado a los terrenos. Los frutos tienen buena aceptación y alcanzan precios competitivos en los mercados tanto nacionales como de exportación. Es importante promover el uso de cultivos que puedan subsistir al cambio climático y tengan la capacidad de adaptarse. Es por ello, la importancia y el potencial del cultivo de la pitahaya. A continuación se presenta una guía de manejo del cultivo de la pitahaya con visión agroecológica, pues con la agroecología se estudian los sistemas agrícolas desde una perspectiva agronómica, ecológica, socioeconómica, étnica y socio-cultural. La agroecología integra los conocimientos radicales con el conocimiento técnico moderno, de modo de alcanzar no sólo metas productivas, sino también la igualdad social y sustentabilidad ecológica del agroecosistema.

1. INTRODUCCIÓN

La pitahaya (*Hylocereus undatus*) es una cactácea nativa de América, cuya adaptabilidad a diversas condiciones ambientales ha favorecido su introducción a países con marcadas diferencias en clima y suelo. Como especie xerofítica -adaptada a ambientes secos y áridos- ha desarrollado mecanismos encaminados a favorecer la captación de agua, evitar su pérdida por transpiración (órganos aéreos con reducidas o gruesas cutículas; bajo número de estomas por unidad de superficie, presentes en el tallo, entre otras) o favorecer su acumulación gracias al desarrollo del parénquima acuífero, lo que se manifiesta plásticamente en la consistencia carnosa casi general de los órganos aéreos. Además, dado que las pitahayas son hemiepífitas crecen sobre árboles de diversos bosques o son sembradas en zonas naturales o en huertos familiares sobre tutores nativos, su cultivo favorece el aprovechamiento y la conservación de los bosques preservando la biodiversidad.

Estas características la convierten en una buena alternativa de cultivo en regiones con escasez de recursos hídricos, siendo una actividad de importancia, tanto económica como social en varios países de América, ya que es una planta resistente a diferentes condiciones climáticas limitantes y su requerimiento de manejo es mínimo. Otra ventaja de este cultivo es que puede desarrollarse a corto y mediano plazo, tanto en huertas familiares como en cultivos comerciales.

El uso de prácticas agroecológicas para el desarrollo óptimo del cultivo es una de las tendencias que debe promoverse. En este sentido, las investigaciones futuras deben enfocarse en mejorar las prácticas culturales, logrando una mayor compatibilidad de estas con el ambiente, así como la búsqueda del tiempo óptimo para la cosecha, de modo que favorezca la obtención de un producto con mejores propiedades organolépticas. Actualmente deben estudiarse y promoverse nuevos cultivos que puedan subsistir a las variaciones climáticas y a la erosión del suelo. Es por ello, la importancia y el potencial del cultivo de la pitahaya, además de sus múltiples usos, rentabilidad y actual demanda en los mercados regionales y de exportación.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La agricultura representa la mayor proporción de uso de la tierra por el ser humano. Sólo los pastos y los cultivos ocupaban el 37 por ciento de la superficie de tierras de labranza del mundo en 1999. La producción agropecuaria tiene unos profundos efectos en el medio ambiente en conjunto. Son la principal fuente de contaminación del agua por nitratos, fosfatos y plaguicidas. También son la mayor fuente antropogénica de gases responsables del efecto invernadero, metano y óxido nitroso, y contribuyen en gran medida a otros tipos de contaminación del aire y del agua. Los métodos agrícolas y forestales y su alcance son las principales causas de la pérdida de biodiversidad del mundo. La agricultura afecta también a la base de su propio futuro a través de la degradación de la tierra, la salinización, el exceso de extracción de agua y la reducción de la diversidad genética agropecuaria. Las consecuencias a largo plazo de estos procesos son difíciles de cuantificar.

Si se utilizan más métodos de producción sostenible, se podrán atenuar los efectos de la agricultura sobre el medio ambiente. La adaptación de la agricultura a nuevas técnicas de cultivo o actuación más respetuosas con el medio ambiente es vital para la supervivencia de humanos, animales y los propios vegetales. Las nuevas tecnologías y los avances en investigación que se hacen día a día facilitan el proceso de adaptación a un mundo cada vez más consciente de todo aquello que le rodea. Es así como toma papel la agroecología, siendo una forma de atenuar el impacto medioambiental negativo de la agricultura tradicional y una alternativa para mejorar las condiciones de vida de la población rural.

Por lo anterior, nace el interés y la necesidad de establecer cultivos con un manejo agroecológico, que permitan reducir los efectos nocivos de la agricultura convencional en el medio ambiente, ser una fuente de alimento de calidad y además generen ingresos para mejorar la calidad de vida de los productores. Uno de estos cultivos es la pitahaya, conocida también como fruta del dragón. Pertenece a la familia Cactaceae, de la especie *Hylocereus undatus*. Es una planta cactácea resistente a las sequías. La elección de esta planta se debe a sus frutos que son tan apetecidos alrededor del mundo, sin embargo y a pesar de ser una especie originaria de Mesoamérica, es muy poco conocida y consumida por la población de la región. La importancia del fruto radica en que es rico en nutrientes como calcio, fósforo, proteínas, minerales esenciales y vitamina C. En la cáscara se encuentran antioxidantes que ayudan a la defensa del cuerpo. En la medicina tradicional es útil para la colitis, úlceras y diabetes, entre otras.

3. OBJETIVOS

3.1. Objetivo general

Elaborar una guía para el cultivo de la pitahaya (*Hylocereus undatus*) con visión agroecológica.

3.2. Objetivos específicos

- Identificar las tecnologías agroecológicas que se aplican en el cultivo de la pitahaya.
- Colectar material vegetativo de pitahaya a partir de unidades productivas establecidas para su reproducción.
- Evaluar las características morfológicas iniciales del cultivo en un vivero con técnicas agroecológicas.

4. ESTADO DEL ARTE

En Yucatán, México, Castillo *et al.* (2016) elaboraron una Guía la producción sostenible de pitahaya. Los investigadores decidieron elaborar la guía debido a que la producción de pitahaya en la región era relativamente baja, pues representaba solo el 50% de la producción potencial que se obtiene en otros lugares con condiciones climáticas y edáficas similares. En la guía abordaron aspectos importantes como propagación, trasplante, nutrición, labores del cultivo y el manejo fitosanitario, siguiendo principalmente procedimientos de la agricultura orgánica.

Ebel *et al.* (2010) llevaron a cabo un arreglo óptimo del policultivo chile habanero y pitahaya con manejo agroecológico, en Chetumal, México, donde los investigadores concluyeron que se requieren más investigaciones sobre la idoneidad del policultivo chile habanero y pitahaya tratando temporalidad de cosecha, facilidad de manejo e interacción positiva entre estas dos plantas. Además, agregaron que enfatizar en los aspectos del diseño del policultivo es la clave para una rendimiento alto y sostenible de éste agroecosistema.

Cabrera *et al.* (2018) realizaron un estudio para evaluar el efecto de dos fertilizantes orgánicos líquidos (biol y purín) en la producción del cultivo de pitahaya. Evaluaron las variables número de brotes vegetativos, número de días a floración, número de frutos a la cosecha, peso, diámetro y longitud del fruto. En cuanto a la respuesta del cultivo a la aplicación de los abonos orgánicos foliares concluyeron que el fertilizante orgánico foliar que permitió obtener los mayos rendimientos en el cultivo de pitahaya fue el Biol, siendo además el que mostró el mejor comportamiento en las variables evaluadas en esta investigación (número de brotes, número de futo, peso, diámetro y longitud de fruto). Además, la dosis que permitió incrementar el rendimiento en el cultivo de pitahaya fue la dosis de 60 L Ha⁻¹ (fertilizante orgánico foliar Biol).

Mejía y Montes (2006) realizaron otro estudio para evaluar la influencia de tres especies de leguminosas de cobertura (canavalia, mungo y gandul) en asocio con el cultivo de la pitahaya. Donde obtuvieron resultados favorables, determinando que el asocio de leguminosas como abonos verdes con el cultivo de la pitahaya constituye una tecnología que aporta grandes cantidades de materia orgánica y nitrógeno, enriquece la actividad microbiológica del suelo, mejorando así sus propiedades físicas y químicas, aumentando su productividad. Además, disminuye la presencia de arvenses.

De la Cruz *et al.* (2019) en la búsqueda de nuevas alternativas en la fertilización del cultivo llevaron a cabo el estudio de la Respuesta de la pitahaya roja (*Hylocereus undatus*) a la aplicación de dos abonos orgánicos sólidos en Ecuador, con el objetivo de beneficiar la conservación del medioambiente y potenciar los rendimientos de este cultivo. Los factores en estudio fueron el humus y compost en distintas dosis. Concluyeron con este experimento que los abonos utilizados para la fertilización del cultivo de pitahaya roja mostraron la capacidad de incrementar los rendimientos en el cultivo de la misma.

5. REVISIÓN DE LITERATURA

5.1 Agroecología

5.1.1 Conceptos

La agroecología a menudo incorpora ideas sobre un enfoque de la agricultura más ligado al medio ambiente y más sensible socialmente; centrada no sólo en la producción sino también en la sostenibilidad ecológica del sistema de producción. A esto podría llamarse el uso «normativo» o «prescriptivo» del término agroecología, porque implica un número de características sobre la sociedad y la producción que van mucho más allá de los límites del predio agrícola. En un sentido más restringido, la agroecología se refiere al estudio de fenómenos netamente ecológicos dentro del campo de cultivo, tales como relaciones depredador/presa, o competencia de cultivo/maleza (Rivas *et al.* 2017).

Según Almentero (2008), el término Agroecología se entiende a partir de dos ciencias que lo integran como son la agronomía y la ecología. Se comprende así que la ecología se basa en el estudio de los sistemas naturales y la agronomía aplica los resultados de investigaciones científicas a la agricultura. En esos términos se puede definir la agroecología como “la aplicación de conceptos y principios ecológicos para el diseño y manejo de agroecosistemas sostenibles”

La agroecología surge como una disciplina que provee los principios ecológicos básicos sobre la forma como estudiar, diseñar y manejar agroecosistemas que son productivos y a su vez conservadores de los recursos naturales y que, además, son culturalmente sensibles y socialmente económicos y variables (Almentero 2008).

Martínez (2002) establece que la agroecología define, clasifica y estudia los sistemas agrícolas desde una perspectiva agronómica, ecológica, socioeconómica, étnica y socio-cultural; brinda conceptos y principios ecológicos para analizar, diseñar, administrar y conservar recursos de sistemas agrícolas. La agroecología integra saberes tradicionales (indígenas, campesinos) con el conocimiento técnico moderno para obtener métodos de producción que respeten el ambiente y la sociedad, de modo de alcanzar no sólo metas productivas, sino también la igualdad social y sustentabilidad ecológica del agroecosistema.

La agroecología se centra en principios vitales como la biodiversidad, reciclaje de nutrientes, interacción entre los diversos cultivos, animales y suelo; además de la regeneración y conservación de los agroecosistemas. Analiza todo el proceso agrario, donde los ciclos minerales,

transformaciones de la energía, procesos biológicos y relaciones socioeconómicas son investigados como un todo (Martínez 2002).

La FAO (2021) sostiene que la agroecología se basa en aplicar conceptos y principios ecológicos con el fin de optimizar las interacciones entre las plantas, los animales, los seres humanos y el medio ambiente, teniendo en cuenta, al mismo tiempo, los aspectos sociales que deben abordarse para lograr un sistema alimentario justo y sostenible. Mediante la creación de sinergias, la agroecología puede apoyar la producción de alimento, la seguridad alimentaria y la nutrición a la vez que restaura los servicios ecosistémicos y la biodiversidad que son esenciales para una agricultura sostenible. Puede asimismo desempeñar una función importante en el fomento de la resiliencia y la adaptación al cambio climático.

La agroecología se basa en el diseño y la organización en función de un contexto específico de la producción de cultivos y ganado, las explotaciones agrícolas y los territorios. Emplea soluciones que conservan la biodiversidad por encima y por debajo del suelo, así como la diversidad cultural y de conocimientos, prestando especial atención al papel de las mujeres y los jóvenes en la agricultura (FAO 2021).

5.1.2 Principios agroecológicos

Principios agroecológicos para el manejo sustentable de agroecosistemas según Altieri (1992):

1. Diversificación vegetal y animal a nivel de especies o genética en tiempo y espacio.
2. Reciclaje de nutrientes y materia orgánica, optimización de la disponibilidad de nutrientes y balances de flujo de nutrientes.
3. Provisión de condiciones edáficas óptimas para crecimiento de cultivos manejando materia orgánica y estimulando la biología del suelo.
4. Minimización de pérdidas de suelo y agua manteniendo cobertura de suelo, controlando erosión y manejando el microclima.
5. Minimización de pérdidas por insectos patógenos y malezas mediante medidas preventivas y estímulo de fauna benéfica, antagonista, alelopatía, etc.
6. Explotación de sinergismos que emergen de interacciones planta-planta, plantas-animales y animales-animales.

La agroecología utiliza conceptos y principios ecológicos para el diseño y manejo de agroecosistemas sostenibles, donde los insumos externos se sustituyen por procesos naturales como la fertilidad natural del suelo y el control biológico. La agroecología saca el mayor provecho de los procesos naturales y de las interacciones positivas en las explotaciones agrícolas con el fin de reducir el uso de insumos externos y crear sistemas agrícolas más eficientes (Altieri *et al* 2012).

Los principios agroecológicos usados en el diseño y el manejo de los agroecosistemas mejoran la biodiversidad funcional de los sistemas agrícolas que es esencial para el mantenimiento de procesos inmunes, metabólicos y reguladores, claves para la función del agroecosistema. Los principios agroecológicos toman diferentes formas tecnológicas dependiendo de las circunstancias biofísicas y socioeconómicas de cada agricultor o de la región (Altieri *et al* 2012).

5.2 Descripción de la Pitahaya

La pitahaya, también conocida como fruta del dragón, tuna, cactus o guacamaya, es una fruta perteneciente a la familia Cactácea. Las plantas que dan estos frutos son suculentas y muy resistentes a las sequías. Suelen enredarse en los árboles y alimentarse de la humedad de sus cortezas. Trepan por las ramas entre ocho y 10 metros del suelo. La pitahaya es una planta perenne trepadora, epífita que crece comúnmente sobre árboles y piedras, debido a que no puede sostenerse por sí misma (Montesinos *et al* 2015).

Lo más apetecido de esta planta son sus frutos esféricos o alargados, que parecen las escamas de un dragón, y son de color rosado por fuera. Por dentro, la pulpa, que es comestible, es de color rojo, rosado o blanco en especies silvestres. El fruto es rico en nutrientes como calcio, fósforo, proteínas, minerales esenciales y vitamina C. En la cáscara se encuentran antioxidantes que ayudan a la defensa del cuerpo. En la medicina tradicional es útil para la colitis, úlceras y diabetes, entre otras (MUHNES 2019).

5.2.1 Taxonomía

Cuadro 1. Clasificación taxonómica de la pitahaya (Gunasena *et al.* 2006)

Reino	Plantae.
División	Magnoliophyta (plantas con flores).

Clase	Magnoliopsida (dicotiledóneas).
Orden	Caryophyllales.
Familia	Cactaceae.
Subfamilia	Cactoideae.
Género	<i>Hylocereus</i> (Berger) Britt & Rose.
Especie	<i>H. undatus</i> (Haw.) Britt & Rose.

La pitahaya (*Hylocereus undatus* Haw.) es una cactácea nativa de América, cuya adaptabilidad a diversas condiciones ambientales ha favorecido su introducción a países con marcadas diferencias en clima y suelo. Como especie xerofítica -adaptada a ambientes secos y áridos- ha desarrollado mecanismos encaminados a favorecer la captación de agua (aparatos radicales muy grandes, con gran desarrollo horizontal), evitar su pérdida por transpiración (órganos aéreos con reducidas o gruesas cutículas; bajo número de estomas por unidad de superficie, presentes en el tallo, entre otras) o favorecer su acumulación gracias al desarrollo del parénquima acuífero, lo que se manifiesta plásticamente en la consistencia carnososa casi general de los órganos aéreo (Montesinos *et al* 2015).



Figura 1. Planta de pitahaya en fructificación



Figura 2. Planta de pitahaya en CENTA

El género *Hylocereus* es un género pequeño que contiene aproximadamente 18 especies americanas tropicales. Los miembros de este género son cactus enredaderas con tres tallos en ángulo y en su mayoría con flores blancas nocturnas muy fragantes. La clasificación de las especies de cactus comestibles se basa en la naturaleza del hábito del tallo, el color de la piel de la fruta y el color de la pulpa de la fruta (Gunasena *et al.* 2006).

5.2.2 Origen y distribución

La pitahaya es una fruta exótica originaria de América Central y parte de Sudamérica, fue descubierta de forma silvestre por los conquistadores españoles, quienes le dieron el nombre de pitahaya que significa fruta escamosa. Actualmente, se encuentra distribuida en México, Bolivia, Perú, Colombia, Venezuela, Ecuador, Centroamérica y las Antillas (INIAP 2020).

De acuerdo con su distribución actual es México, Centroamérica y el Caribe donde existe el mayor número de especies, misma área donde tuvieron su origen. Los países con mayor número de especies son México con doce, Colombia con ocho, Guatemala y Panamá con seis, Costa Rica con cinco, Venezuela con cuatro, Nicaragua, Cuba y República Dominicana con tres (Ferral *et al.* 2012).

Según Vargas *et al.* (2005) el fruto de la pitahaya (*Hylocereus undatus*), es un recurso explotado en las zonas tropicales y subtropicales en forma más o menos intensiva. La pitahaya de cáscara roja es

muy apreciada en el mercado y su cultivo está altamente distribuido, la producción se comercializa principalmente en los mercados regionales de los países productores, también se coloca con éxito en el mercado internacional de frutos exóticos, en mayor medida como fruto fresco, pero también en forma de pulpa congelada. La pitahaya es una fruta con alto potencial económico, durante 1999, el precio de la fruta en el mercado internacional fluctuó de 7 a 26 dólares/kg de fruta, en México, se alcanzaron precios de \$ 40 a 80.00 pesos por kilogramo, estos precios a los que se cotiza ha propiciado en tiempos recientes la extensión e intensificación del cultivo tanto en México como en otros países.

Gunasena *et al.* (2006) afirman que la pitahaya se ha establecido como un nuevo cultivo en Australia, China, Israel, Malasia, Nicaragua, Taiwán y Vietnam. Vietnam es el mayor exportador de esta fruta donde alcanza un mayor precio incluso que el Durian, la principal y más famosa fruta del sur de Asia.

Cuadro 2. Países productores y exportadores de pitahaya (OIRSA 2000).

País	Área en hectáreas	Producción total en toneladas	Producción de exportación en toneladas
Colombia	600	6,000	600
Nicaragua	560	5,600	560
México	265	2,650	265
Israel	20	200	200
Total	1,445	14,450	1,625

5.2.3 Morfología

Son plantas hemiepífitas y absorben agua tanto por las raíces del suelo, como por las raíces adventicias que se desarrollan a lo largo del tallo o vainas, estas raíces son características de las cactáceas que tienen cladodios (pencas). Los frutos son de tipo baya, color amarillo intenso, pulpa blanca, succulentos y dulces, de forma ovalada a alargada (6 a 12 cm). El peso del fruto está entre 50 a 400 g, con presencia de semillas pequeñas de color oscuro, brillantes, oblongas y lisas (INIAP 2020).



Figura 3. Fruto de pitahaya en maduración en CENTA

5.2.4 Raíz

La pitahaya tiene dos tipos de raíces: (1) las raíces primarias, son las que penetran en el suelo y alimentan a la planta; (2) las raíces secundarias o adventicias, nacen en la parte aérea de la planta y su función es de sostén; para ello se adhieren a la superficie de tutores que le sirven de soporte como árboles vivos o muertos, piedras, muros, tejados, etc. Las raíces primarias forman un sistema de raicillas que se desarrollan a poca profundidad, entre 5 y 10 cm de la superficie del suelo, lo cual es una característica muy importante a la hora de efectuar las labores de fertilización, control de malezas, así como otras labores de cultivo (INTA 2014).

Cuando el suelo en donde se siembra la planta es suelto, rico en materia orgánica y/o se agrega abundante materia orgánica, las raíces se desarrollan cerca de la planta y se hacen visibles en la superficie. Esto demuestra la plasticidad genética de la pitahaya para adaptarse a las cambiantes condiciones del suelo que se presentan en los diferentes ecosistemas en que se puede cultivar. El sistema radicular en suelos sueltos ocupa un espacio de 30 a 40 centímetros alrededor del tallo y profundiza hasta 30 centímetros el 80% de las raíces (Cardoza 2013).



Figura 4. Raíces primarias de la pitahaya



Figura 5. Raíces adventicias de pitahaya.

Según Morales (2017) las pitahayas tienen un sistema radicular, principalmente superficial y responden rápidamente a la presencia de humedad formando raíces absorbentes, tan solo unas horas después de que ha llovido, con la finalidad de aprovechar al máximo dicha humedad. Sin embargo esta raíz es muy sensible a encharcamientos constantes, los cuales pueden producir putrefacción de la raíz.

5.2.5 Tallo

Botánicamente se les denomina cladodios a los tallos que sustituyen las hojas ya que realizan la fotosíntesis, casi siempre aplanados. Los cladodios están conformados por tres costillas que forman un triángulo en corte transversal. Sobre ellos se encuentran las areolas, que son exclusivas de las cactáceas. Esta forma cóncava que tienen los tallos entre arista y arista, parece ser una adaptación que tiene mucho que ver con el tipo de desarrollo en los árboles, pues esta hace las veces de canal que hace que el agua que cae llegue a las raíces aéreas o las del suelo (Sánchez 2017).

Cardozo (2013) define las areolas como brotes altamente especializados. De estas nacen los brotes vegetativos o reproductivos. Sobre la areola crecen las espinas, que pueden ser dos o tres. Las espinas en los cactus son tejidos muertos y mineralizados que se originan de las areolas, o sea, de los tejidos interiores, no de la epidermis. Se dice que las espinas son hojas modificadas, pero las funciones son discutidas, pueden ser de protección contra herbívoros o para proteger el tallo de la fuerte radiación de los desiertos e incluso para proteger a la planta de la deshidratación y condensar la poca humedad existente en los desiertos. En el caso de las cactáceas que viven en las selvas, las espinas son muy pequeñas o no tienen.

Las espinas pueden ser desde una hasta ocho, miden entre 0.5 y 1 cm de longitud, son estructuras rígidas, su grosor está entre 1 y 2 milímetros; la mayoría son de color café claro. Generalmente la cantidad de espinas aumenta conforme madura el tallo, aunque en etapas muy viejas el tallo está desprovisto de espinas y yemas debido a que el haz vascular se engrosa tanto que el tejido suculento desaparece. La orientación de las espinas es diferente de acuerdo a la variedad (Hernández 2008).

Según Montesinos *et al* (2015), los tallos o cladodios, son suculentos, verdes y fotosintéticos, se caracterizan por presentar costillas o aristas gruesas que los recorren longitudinalmente. Las hojas típicas se transforman en acúleos (de 2 a 4 mm) dispuestos en los bordes, formando fascículos en las denominadas aréolas (pequeñas almohadillas homólogas de las yemas que originan brotes e inflorescencias).



Figura 6. Cladodios de pitahaya en CENTA

Los tallos son de epidermis o superficie exterior gruesa, característica que permite que se desarrollen bien en zonas de baja precipitación. El cierre de estomas, la presencia de mucílago y otras sustancias en los tallos regulan la pérdida excesiva de agua en la época seca, así como en las horas más calientes del día. Los tallos están divididos en segmentos o artículos de 50 a 150 cm de largo, mismos que forman raíces aéreas que se adhieren, trepan y permanecen erectas. Estas raíces les permiten trepar por las rocas, árboles o adherirse a las paredes y formar una densa biomasa (INTA 2014).

5.2.6 Flor

El botón floral es cuando emerge del tallo un botoncito verde o rojo en la parte donde están las espinas, al poco tiempo estas caen y el botón aumenta de tamaño. El color rojizo y forma redondeada del abultamiento formado, se convierte en la primera característica morfológica que indica que se dará origen a un brote reproductivo. El brote continúa su crecimiento con la formación de múltiples brácteas aplanadas, dando una apariencia globosa (Sánchez 2017).



Figura 7. Botón floral de pitahaya en CENTA

Según el MUHNES (2019) la flor de la pitahaya es tan bella como breve: Se abre una sola vez, en horas nocturnas, y su penetrante aroma atrae a numerosos insectos; los murciélagos son sus mejores polinizadores en su medio natural. Las flores miden de 25 a 32 centímetros, son de las más grandes de esta familia. Florece de marzo a septiembre, solo en dos ocasiones.

Las flores poseen segmentos exteriores del perianto verde amarillentos, encorvados hacia atrás; segmentos interiores blancos, erectos, oblanceolados, anchos, enteros, apiculados; filamentos delgados, color crema; estilo grueso, de 7 a 8 mm de diámetro, color crema; lóbulos del estigma como 24, delgados, enteros, crema (Hernández *et al.* 2018).



Figura 8. Flor de pitahaya

La flor es hermafrodita, completa, simétrica, de ovario ínfero, con numerosos estambres y pétalos de color blanco, tiene un tamaño aproximado de 25 cm de largo. Las flores nacen en cada arista, se abren al inicio de la noche y se cierran al amanecer. Las flores de la pitahaya son de forma de trompeta, de color blanco, amarillo o rosado. Emergen en la parte de los tallos con mayor exposición a la luz solar. Las primeras flores aparecen con las primeras lluvias de mayo, o en junio si las mismas se retrasan (Gunasena *et al.* 2006).

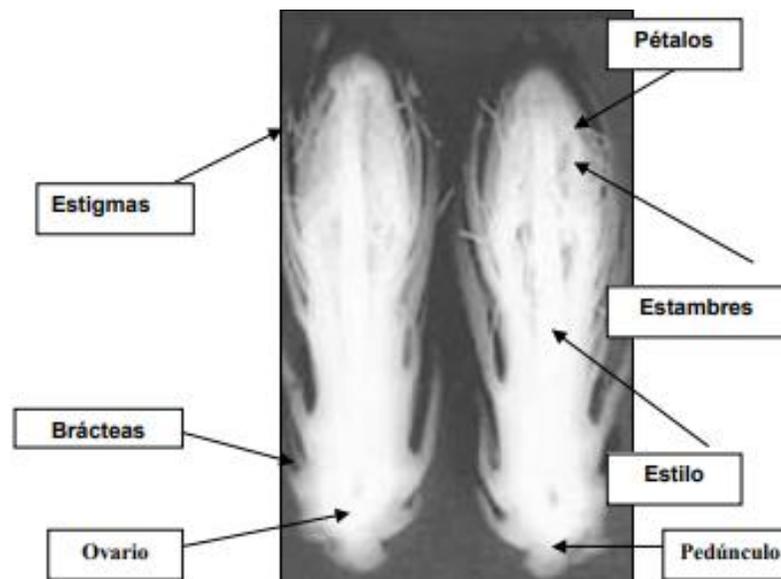


Figura 9. Esquema floral de *H. undatus*.

Según Montesinos *et al* (2015), las flores se insertan directamente sobre los tallos, tienen forma tubular, son grandes (de 20 a 40 cm de longitud y hasta 25 cm en su diámetro mayor), muy vistosas, resultando atractivas para los polinizadores, fundamentalmente murciélagos en el caso de las

pitahayas rojas; aparecen en general solitarias y presentan un periantio heteroclamídeo. El verticilo sexual masculino lo integran numerosos estambres dispuestos en espiral que producen granos de polen tricolpados. El ovario del gineceo es ínfero con numerosos carpelos soldados y unilocular que se prolonga en un único estilo con brácteas completamente verdes o verdes con orillas rojas y pétalos blancos, amarillos o rosados, el cual contiene numerosos primordios seminales crasinucelados y bigtémicos, con largos funículos arreglados en una placentación basal o parietal. La flor presenta una cámara nectarial.

5.2.7 Fruto

El fruto es una baya globosa o subglobosa dehiscente, mide en promedio de 6 a 10 cm de diámetro, su pericarpelo es de color rojo o amarillo. Tiene diferentes tamaños y formas; ovoide, redondeado y alargado y puede variar desde 8-12 cm y su peso de 150-450 gramos. El fruto tiene una gran cantidad de semillas pequeñas de origen sexual color negro con alto poder germinativo en condiciones óptimas de temperatura y humedad (Valencia 2019).



Figura 10. Fruto de pitahaya

El fruto es globoso, elipsoide a ovalo, cáscara roja a purpúrea, con cicatriz floral profunda. Su cáscara está cubierta por formaciones salientes llamadas brácteas dispuestas en forma más o menos helicoidal en todo el fruto, encontrándose más cercanas entre sí en la zona en la que el fruto se fija a la planta. Las brácteas tienen una forma más o menos triangular, con las bases amplias y dispuestas generalmente perpendicularmente al eje longitudinal del fruto. Su pulpa puede ser blanquecina o rosa/púrpura dependiendo la variedad, de sabor dulce, a veces un poco ácido, con suave aroma y

delicada fragancia, con una gran cantidad de pequeñas semillas de color negro de 2-3 mm de largo y 1- 1.2 mm de ancho (Vargas *et al.* 2005).



Figura 11. Fruto de pitahaya con brácteas notorias en CENTA.

Según Sabino (2010), el fruto es de aspecto escamoso de color rojo o púrpúreo y tiene intensamente forma ovoidea y es abayado, contiene de 6000-7000 semillas muy pequeñas de color negro, con alto poder germinativo.



Figura 12. Fruto maduro de pitahaya

5.2.8 Aspectos nutricionales y usos

La fruta es blanda y de sabor agradable, se come fresca o se utiliza en la preparación de refrescos, sorbetes, jaleas, mermeladas y dulces. De manera popular la gente del área rural la utiliza para

combatir las enfermedades infecciosas de las vías urinarias. También se utiliza como estimulante nervioso, laxante suave y contra los cálculos renales (Elías *et al* 2003).

El uso principal de la pitahaya es alimenticio, sobre todo el fruto, aunque también se informa el consumo de las flores como legumbre y el de los brotes tiernos como hortaliza fresca. Las semillas son empleadas como probióticos, por su contenido de oligosacáridos, las cuales pueden constituir un ingrediente importante en alimentos funcionales y productos nutracéuticos. La fruta es blanda y de sabor agradable y se come fresca o se utiliza en la preparación de refrescos, sorbetes, jaleas, mermeladas y dulces (Sabino 2010).

Hylocereus undatus por su potencial económico, por su amplia adaptación a lugares áridos y semi-áridos se considera como un recurso alimentario y económico muy valioso en las zonas áridas en México. Sus frutos contienen pigmentos utilizados en la industria alimenticia ya que se ha reportado que los compuestos que dan el color característico al exocarpio (cáscara) y/o al mesocarpio (pulpa) son principalmente las betacianinas, las cuales junto con las betaxantinas pertenecen a un grupo de pigmentos naturales conocidos como betalainas. Debido a que estas poseen altos coeficientes de extinción molar, su poder como colorante compite con los pigmentos sintéticos empleados en la industria alimenticia, pero sin los efectos tóxicos de estos últimos. La pulpa de los frutos de la pitaya es rica en fibra, vitamina C, minerales y fitoalbúminas, mientras que la cubierta del fruto contiene beta-cianina, pectina, glucosa, maltosa y fructosa, lo que le confiere enormes propiedades antioxidantes (INECOL 2017).

El INTA (2014) afirma que, desde el punto de vista medicinal, la pitahaya se utiliza como laxante natural, tiene acción vermífuga, funciona como tónico cardíaco y nervioso, ayuda al buen funcionamiento del estómago y los intestinos. Con relación al uso industrial, se puede mencionar que del jugo concentrado de los tallos se puede extraer jabón; el colorante rojo de los frutos es empleado en la elaboración de helados, sorbetes, repostería; así como en la industria textil en el teñido de telas. Un aspecto importante para la industria farmacéutica, es el alto contenido de antocianina que posee. Recientes estudios han demostrado que esta sustancia es un antioxidante natural cotizándose en el mercado de Estados Unidos en U.S. \$1,000.00 el kilogramo de antocianina. La planta es usada en muchos lugares como cerca viva, en corrales y huertas pequeñas. La cáscara del fruto es usada como forraje para el ganado por su contenido proteico. La cáscara

puede representar hasta 50% del peso total de la fruta y la pulpa tiene la composición nutritiva descrita en el Cuadro 3.

Cuadro 3. Contenido de nutrientes de la pitahaya en 100 g.

Valor nutricional de la pitahaya			
Valor energético	54 cal	Hierro	1.3 mg
Proteína	1.4 g	Ácido ascórbico	8 mg
Grasa	0.4 g	Humedad	84.4%
Carbohidratos totales	13.2 g	Cenizas	0.6 g
Fibra	1.4 g	Tiamina	0.04 mg
Calcio	10 g	Riboflavina	0.04 mg
Fósforo	26 g	Niacina	0.3 mg

Cuadro 4. Usos de la pitahaya (Gamboa 2019).

Partes	Usos	Industrialización
Planta	Ornamental Cercos vivos Alimentación humana	Guisos
Tallo	Alimentación animal Medicinal Cosmetológico	Forrajes Medicamentos Shampoos, jabones
Flores	Ornamental Medicinal Cosmetológico	Medicamentos Esencias
Fruto	Alimentación humana	Pulpa congelada Jugos Jarabes Licores Salsas
Cáscara	Alimentación animal Medicinal Industrial	Forrajes Medicamentos Colorantes

5.3. Manejo del cultivo

5.3.1 Requerimientos climáticos y edáficos.

- Temperatura y humedad

La pitahaya es una planta que se adapta al clima cálido sub húmedo con lluvias en verano, semi seco muy cálido y cálido. Las plantas requieren durante los cuatro a seis flujos de floración y fructificación 10 horas de luz al día, con temperatura máxima de 36°C y mínima de 24°C. Sin embargo, cuando existen diferencias de temperatura en el día y ésta asciende a más de 36°C, se originan desequilibrios fisiológicos en las plantas como son la clorosis y deshidratación de los brotes vegetativos. Durante la noche con una temperatura mayor a 26°C en algunos casos el polen producido se deshidrata y ocasiona disminución en la germinación de granos de polen (Ferral 2012).

Según Procomer (2018), la temperatura de crecimiento óptimo para *Hylocereus spp.* es entre los 20 y los 30°C. Se ha encontrado que temperaturas en el rango de los 30 a 40 °C pueden afectar negativamente a la planta. La humedad óptima para el cultivo se sitúa entre 70-80%, siendo un factor determinante durante la apertura floral, la obtención y recolección de granos de polen.

Según INTA (2014), el rango de temperatura al cual se adapta la pitahaya oscila entre 28°C y 30°C, siendo la temperatura óptima los 29°C.

- Precipitación

Durante la floración requiere lluvias moderadas, altas precipitaciones causan la caída de flores. Se considera que las precipitaciones óptimas están entre 500 y 700 mm al año. Las plantas de pitahaya poseen una plasticidad que permite su crecimiento en diversas condiciones agroecológicas. Su naturaleza fisiológica le permite hacer un uso eficiente del agua (INTA 2014).

A nivel mundial la pitahaya se suele cultivar en zonas estacionalmente secas por su resistencia a condiciones de baja disponibilidad de agua, con una precipitación promedio anual de entre 600 a 1500 mm. Sin embargo, en Costa Rica se cultiva principalmente en las regiones del Valle Central Occidental, Pacífico Norte y Central, en donde las precipitaciones oscilan entre los 1500 y 3500 mm anuales; lo cual no excluye que se pueda sembrar en otras zonas del país. Hay que considerar que la precipitación en exceso causa la pudrición de las flores y su caída (Procomer 2018).

La frecuencia e intensidad de las precipitaciones origina problemas fitosanitarios y fisiológicos que disminuyen la calidad y el rendimiento de las producciones, sobrepasando el umbral de daño económico. Es así como el porcentaje de frutos cuajados disminuye por el aborto de la floración, debido a la muerte de los granos de polen por la sobre hidratación ocasionada por los excesos de humedad ambiental (Gamboa 2019).

Según Hernández (2018), el periodo reproductivo de la pitahaya depende ampliamente del inicio de la etapa de lluvias, ya que se ha registrado que la brotación floral ocurre después de que se registran las primeras lluvias.

- Luz

Es una planta que necesita crecer a plena exposición solar, ya que la luz es esencial para el desarrollo de los procesos fisiológicos. Bajo sombra, los rendimientos se pueden ver reducidos significativamente (INTA 2014).

- Altitud

Las plantas de pitahaya se encuentran en su mayoría cultivadas en altitudes entre los 0 y los 2000 m.s.n.m. Se ha visto que la planta inclusive puede crecer en altitudes de hasta 2500 m.s.n.m. Aunque los mejores rendimientos (productividad) se han visto en altitudes de los 700 a 1900 m.s.n.m. En América Central, se puede cultivar de 0 a 800 msnm, con una humedad relativa entre 70% y 80% (Procomer 2018).

- Suelo

El cultivo requiere suelos de textura franco – arcillosos a franco – arenosos, altos contenidos de materia orgánica (>5), un pH: 5.3 a 7 y buen drenaje con el propósito de evitar encharcamientos, previniendo así la proliferación de enfermedades como la pudrición del tallo principal causado por varios agentes patógenos. Su crecimiento es abundante en suelos fértiles de origen volcánico, pero también crece en suelos pobres y pedregosos. No se recomienda sembrar en suelos arcillosos, por problemas de enfermedades, mal drenaje y encharcamiento durante la época lluviosa y en época seca por poda de raíces causadas por agrietamiento del suelo (INIAP 2020).

Según Ferral (2012) esta planta se adapta a un amplio rango de suelos. En una evaluación de suelos franco-arcillosos o franco-arenosos resultó que la pitahaya roja exige suelos con mayor contenido de materia orgánica y suelos profundos para expresar su máximo crecimiento y producción, así mismo, el contenido de humedad y un buen drenaje son imprescindibles. La acidez del suelo debe estar en un rango de 6-7, siendo el óptimo 6.5.

Cuadro 5. Condiciones óptimas para el cultivo de pitahaya (Gunasena *et al.* 2006).

Factor climático	Condiciones óptimas
Altitud (m)	700-1,700
Temperatura (°C)	20-30
Precipitación (mm/año)	500-2,000 (con período alternativo seco y húmedo).
Suelo	Buen drenaje, materia orgánica.
pH	5.5-6.5

5.3.2 Propagación

Existen varios métodos para propagar la pitahaya mediante la forma asexual (enraizamiento, injertos, in vitro); sin embargo, la principal forma de propagación es sexual, a partir de esquejes mediante siembra directa o también se pueden colocar los esquejes en fundas de polietileno llenas con un sustrato que contenga tierra, arena y abundante materia orgánica que permita enraizar de manera fácil los esquejes (INIAP 2020).

Propagación sexual

La propagación de semillas implica la recolección de semillas de frutos seleccionados de plantas madre, lavarlas con agua y germinarlas en 3-4 días, las plántulas se pueden sembrar en macetas 4-5 semanas después de la germinación. Están listos para la siembra en el campo a los 9-10 meses. Este método es muy simple, sin embargo, la calidad de la nueva descendencia no se puede garantizar debido a la polinización cruzada. Además, las plántulas también crecen lentamente y el tiempo necesario para alcanzar la edad de producción suele ser (3-4 años) más largo que para las plantas propagadas mediante esquejes (Gunasena *et al.* 2006).

Según el INIAP (2020) para la forma sexual se utiliza las semillas de frutos bien seleccionados, aunque éste método de propagación no es el más adecuado porque existe mucha variabilidad en las plantas y la producción de frutos es muy tardía.

Este método no se usa pues tiene serios inconvenientes. Para ello se debe establecer un semillero que requiere mucho cuidado, su desarrollo es muy lento, la producción de frutos es tardía y con bajos rendimientos; las plantas presentan gran variabilidad genética y fenológica. De cualquier manera, este tipo de propagación es muy importante para el mejoramiento genético del cultivo (INTA 2014).

Propagación asexual

Según el INTA (2014) este método se usa para la propagación comercial y siembras definitivas. Para ello se recomienda usar tallos de unos 80 cm de largo, procedentes de plantas sanas, vigorosas, de buena producción, con frutas de buen tamaño y calidad. La propagación de pitahaya se puede llevar a cabo tanto por esquejes enraizados en bolsas, como por siembras directa de vainas en el campo definitivo, aunque no existen diferencias en cuanto a los rendimientos de frutos.

La pitahaya se propaga por medio de clones, particularmente tallos (también llamados esquejes) (Figura 13) de 30 a 50 cm. Los esquejes no deben ser demasiado jóvenes y tienen que estar libres de enfermedades y ser vigorosos. Al obtener los esquejes para propagar, es conveniente cortar en las zonas adelgazadas, donde no hay tejido succulento, pues al enterrar esta zona, se reduce bastante la probabilidad de que ocurra pudrición; si el lugar donde se corta el esqueje es succulento, entonces, hay que dejarlo al menos tres días bajo sombra, en un lugar fresco, para reducir las pudriciones durante el enraizamiento (Figura 14). Para plantar los esquejes en el campo y en vivero, se excava un hoyo de entre 5 y 10 cm de profundidad, donde se entierra la base del esqueje de pitahaya (Castillo *et al* 2016).



Figura 13. Esquejes de pitahaya



Figura 14. Enraizamiento de esquejes

Según Hernández *et al.* (2018) al momento de obtener el material de propagación asexual se deben de considerar los siguientes aspectos:

- No se deben coleccionar ramas de ejemplares enfermos, plagados o muertos.
- Colectar tallos de entre 60 cm y hasta 1 m.

- La colecta del material debe hacerse preferiblemente en época seca (entre diciembre y febrero), para que no se afecte el crecimiento de las plantas en la época de lluvias y para que los esquejes puedan llegar enraizados e hidratados a las nuevas plantaciones.
- Cortar las ramas solo en la articulación del tallo o en la zona delgada que une la rama con el tallo principal, ya que esta es una zona de menor diámetro y cicatrizará mejor, reduciendo así, el riesgo de pudriciones húmedas (causadas por bacterias) o pudriciones secas (causadas por hongos). Una vez cortada la rama, se le puede aplicar cal o azufre en polvo en la herida para cauterizar. Esto último se puede hacer en el sitio de colecta o hasta llegar al invernadero.
- Cada vez que se vaya a coleccionar gajos o ramas, se debe llevar material limpio y desinfectado y después de cada corte habrá que desinfectar las herramientas con un pedazo de tela y alcohol. Así se evitará pasar enfermedades de una planta a otra y la sanidad del cultivo será mucho mejor de inicio.

Ferral (2012) establece que el material vegetativo debe reunir las características siguientes: Las plantas deben estar en pleno periodo productivo (4 años de edad); de buena producción, tolerantes a plagas y enfermedades, sanas, vigorosas y con tallos adultos de 80 cm de largo en promedio.

Una vez que los tallos o cladodios han sido cortados se pueden someter a una cuarentena, donde pueden pasar seis días en periodo de desinfección por precaución. Esta desinfección puede realizarse mediante la aplicación cada tres días una solución de caldo bordelés al 20% y 3 ml de aceite mineral, esto sobre toda la superficie de los tallos con ayuda de una mochila de fumigación. Después de las tres aplicaciones y ya que la herida haya secado, se pueden llevar los tallos al invernadero para su trasplante en bolsas forestales enterrando máximo 10 cm de la base del tallo (Hernández *et al.* 2018).

Ya que los cladodios han sido plantados en las bolsas forestales (Figura 15), se puede aplicar una primera dosis de enraizador líquido con macro y micro nutrientes en 1 a 3 g en 5 litros de agua y se continúa aplicando tres veces durante una semana. Con esto, el enraizado será más rápido y las plantas iniciarán la toma de agua y nutrientes inmediatamente por sus raíces bien formadas y sanas. Una vez enraizados y ya que se encuentren bien hidratados, se pueden decapitar con las tijeras de podar, para inducir la formación de ramas (Ferral 2012).



Figura 15. Siembra de esquejes en bolsas de vivero

5.3.3 Siembra

Según el INTA (2014) antes de preparar el terreno y establecer la pitahaya, se debe tomar en cuenta: hábito de crecimiento, período productivo, peso de la planta, altura en plena producción, durabilidad y tipos de tutores a utilizar, distancia de siembra, labores culturales, y el destino de las frutas. La preparación del terreno debe hacerse un mes antes de sembrar y comprende las siguientes labores: chapoda, estaquillado y hoyado para ubicación de los tutores. La utilización de materia orgánica como sustrato para enraizar vainas de pitahaya causa un mayor y rápido crecimiento de las plantas a nivel de vivero, recomendándose la utilización de mezclas conformadas por: Gallinaza + Cascarilla de arroz + Estiércol bovino en una proporción de 1:1:1, Suelo + Cascarilla de arroz en una proporción de 1:1, Gallinaza + Cascarilla de arroz + pulpa de café en una proporción de 1:1:1.

Fase de vivero

Los viveros son preferidos debido a que permiten un mejor y más fácil control del suelo, agua, luz y nutrientes. Pueden iniciarse 3 meses antes del inicio de las lluvias y ubicarse cerca del sitio de siembra para evitar costos de transporte y daños a las plantas. La sombra se utiliza para el establecimiento de esquejes. Se pueden hacer selecciones para uniformidad, vigor y salud del material de siembra. En general, se podrían acomodar 1100 plantas en 10x10 m de espacio de vivero. Por lo tanto, el tamaño del vivero depende de la cantidad de plantas requeridas. No todos los

esquejes enraizarán, por lo que es mejor preparar un área un poco más grande que para la cantidad exacta de plantas requeridas (Gunasena *et al.* 2006).

Se realiza la siembra de los esquejes en cada una de las bolsas de vivero, poniéndolas sobre el sustrato sin enterrarlas más de cinco centímetros; simultáneamente se ubica un soporte que consta de postes (pueden ser ramas). En esta etapa debe mantenerse el contenido de humedad moderado para no afectar el sistema radicular. Después de aproximadamente 40 días de haberse puesto los esquejes en el sustrato, empiezan la aparición de brotes vegetativos, lo que indica que el sistema radicular esta en desarrollo. El exceso de sombra en este período produce un etiolamiento de los brotes vegetativos, los que de llevarse a campo tendrán una alta probabilidad de perderse, debido a que son muy débiles (Cardoza 2013).

Experiencias en Paraná (Brasil) y Yucatán (México) con la especie *Hylocereus undatus* indican que el uso de mallas con un mínimo de 25% generan efectos positivos sobre el crecimiento de los esquejes y, sombras mayores al 75% pueden afectar negativamente la formación de raíces. En conclusión, es posible recomendar el uso de mallas que brinden una sombra ligera para favorecer el establecimiento de las plantas en el vivero (Procomer 2018).

El material vegetativo a sembrar debe reunir las características siguientes: Las plantas deben estar en pleno periodo productivo (4 años de edad); de buena producción, tolerantes a plagas y enfermedades, sanas, vigorosas y con tallos adultos de 80 cm de largo en promedio. Una vez seleccionadas las plantas y los tallos, se procede a realizar el corte en el entrenudo o sección leñosa de los tallos, con tijeras de podar bien afiladas, sin oxidar. Antes de hacer el corte de otro tallo, se deben desinfectar las tijeras con una solución de cloro puro para evitar la propagación de enfermedades (Gunasena *et al.* 2006).

Según INECOL (2017), la siembra inicia a mediados de abril o comienzos de mayo cuando se usan las vainas directamente; y al inicio del invierno (mayo-junio) en caso de plantas enraizadas en bolsas. Para los esquejes, existen dos métodos de siembra:

- Siembra directa (Sistema tradicional): Se utilizan tallos o esquejes de 80-85cm de largo aproximadamente y que previamente se han desinfectado. Consiste en plantar dos tallos sin raíces al pie y alrededor del tutor, enterrando 15 cm el extremo leñoso en donde se efectuó el corte. En áreas de mucha pendiente, los tallos se siembran en el lado más alto.



Figura 16. Siembra directa de pitahayas

- Siembra de trasplante (sistema tecnificado): Consiste en tallos enraizados en bolsas de polietileno. El sistema tecnificado, comprende la siembra de plantas previamente enraizadas en vivero. Es un material libre de plagas y enfermedades.



Figura 17. Siembra de trasplante

Según Gaona *et al.* (2015) la siembra se realiza colocando el tallo o esqueje en contacto con el suelo, este no debe enterrarse más de cinco centímetros, ya que el sistema radicular se desarrolla

superficialmente. Se requieren suelos franco arcillosos o franco arenosos con buen drenaje y altos contenidos de materia orgánica. En suelos mal drenados se presentan condiciones de pudrición de la raíz y en suelos con altos contenidos de sales se retrasa el desarrollo del cultivo. Algunos productores recomiendan que se maneje una sombra equilibrada pues mejora la calidad de la fruta y la sanidad de las plantas, pero en exceso reduce la floración y por tanto la producción. Se requiere desyerbar en todos los sitios de plantación, hasta 1 m de diámetro alrededor del hoyo de plantación. Si se planta en un pastizal, es necesario quitar la hierba a 1 m de diámetro alrededor del sitio de plantación. Si un sitio está invadido por vegetación leñosa y arbustos, será necesaria cierta limpieza.

El espacio para la siembra en el campo varía según el tamaño y la pendiente de la plantación (Cuadro 6). En plantaciones a pequeña escala no se requiere un espaciado adecuado. Un espacio más amplio proporcionará una circulación de aire adecuada y menos posibilidades de aparición de enfermedades. El espaciado también dependerá del tipo de tutores utilizado (Sánchez 2017).

Cuadro 6. Distancia de siembra de *H. undatus* (Sánchez 2017).

Distancia (m)		Número de plantas/Ha.
Entre hileras	Dentro de hileras	
3.0	3.0	1,100
4.0	3.0	833
4.9	3.0	680
3.7	3.7	730

La distancia recomendada entre líneas de tutores debe ser de 2 a 3 metros para permitir un adecuado mantenimiento de las plantas y la cosecha de los frutos. En la siembra de pitahaya se suelen colocar de 2 a 4 plantas por tutor amarradas con tela o similar a postes individuales. No obstante, utilizar 4 plantas por tutor puede dificultar el manejo fitosanitario de las plantas, así como reducir el rendimiento por competencia de luz y nutrientes. En Costa Rica, es común sembrar de 2 a 3 plantas por tutor a una distancia de 3 x 3 metros para una densidad de siembra de 2222 a 3333 plantas/ha. La configuración de la siembra puede ser en cuadro (Figura 18) o triangular (pata de gallo o tresbolillo) (Figura 19). La configuración triangular permite una mayor densidad de siembra, utilizando una distancia de 3 x 3 metros y 2 plantas por tutor permitiría la siembra de 2566 plantas/ha (Procomer 2018).

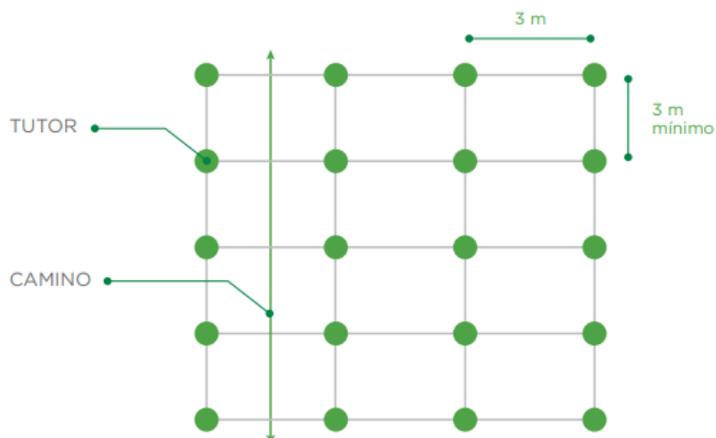


Figura 18. Esquema de siembra en cuadro para pitahaya

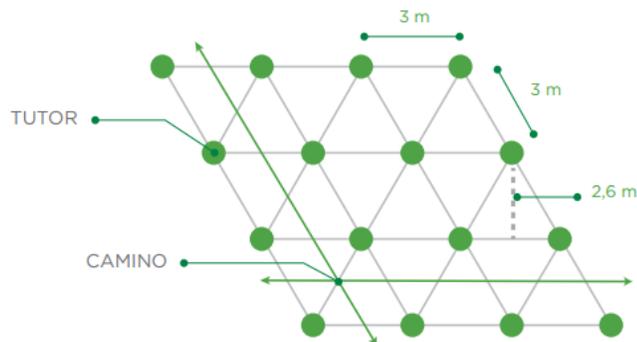


Figura 19. Esquema de siembra triangular (tresbolillo).

5.3.4 Tutores

La pitahaya es una planta herbácea, trepadora, que para desarrollarse necesita de la ayuda de estructuras (tutores) de soporte que la alejen el contacto directo con el suelo y le permitan estar totalmente expuesta a la radiación solar. Los tutores no solo sirven de soporte, también, facilitan el desarrollo y anclaje de las plantas y las labores culturales tales como fertilización, control fitosanitario, podas, recolección de frutas, etc. (FAO 2005).

El uso de tutores es de suma importancia, debido a que la pitahaya tiene un hábito trepador. Los tutores deben reunir un conjunto de características adecuadas para poder servir de soporte y anclaje de la planta. Las principales características con las que deben de cumplir los tutores son las siguientes: Capacidad de enraizamiento en poco tiempo, crecer con facilidad y en pocos años, tolerancia al ataque de plagas y enfermedades, no ser hospederos de plagas y enfermedades que ataquen a la pitahaya, deberán tener la suficiente resistencia para soportar el peso de las plantas

adultas en plena producción y finalmente que sean especies frutales nativas para que se puedan aprovechar también sus frutos (Hernández *et al.* 2018).

Entre las especies recomendadas para utilizarse como tutores están: *Bursera simaruba*, *Spondias purpurea* y *Piscidia piscipula*.

Los tutores deberán estar bien enraizados y preferiblemente sin hojas o con las iniciales. Tanto para la pitahaya como para los tutores, se cavará un hueco en la tierra del doble del tamaño del cepellón de las bolsas forestales, luego se sacará la planta de su bolsa y se plantará con todo y sustrato en el hueco. Se cubrirá con hojarasca la base de la planta y se dejará bien sujeta con mecate al tutor, cuidando de dejar fijo y no demasiado apretado porque esto podría ser perjudicial para la planta. (Hernández *et al.* 2018).

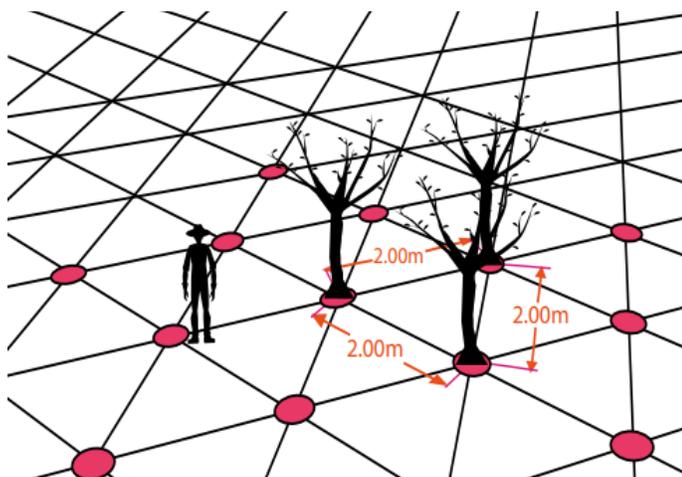


Figura 20. Arreglo tres bolillos en plantación de pitahaya

- Tutores vivos

Existen varios sistemas de tutores, algunos muy costosos, por lo que se recomienda a los pequeños y medianos productores los tutores vivos (Figura 21). Entre los tutores vivos más recomendados están el Helequeme (*Erythrina sp*) y el Madero Negro (*Gliricidia sepium*). Estas son especies de alta capacidad de enraizar (90%), de rápida brotación (30 días después de sembrados) y crecen con facilidad en pocos años (FAO 2005).



Figura 21. Sistema de cultivo de pitahaya con tutores vivos

El uso de estos tutores facilita el desarrollo y crecimiento de las plantas, las raíces adventicias se adhieren con mucha facilidad. Soportan el peso de la planta adulta, durante su vida productiva. Además, durante su vida productiva no son hospederos de plaga adulta. También permite obtener buenos rendimientos y una mejor calidad de frutos, de este modo se elevan los volúmenes de producción, se aumentan los ingresos de las pequeñas y medianas familias productoras, permitiendo que la explotación del cultivo sea altamente rentable. Para el uso de tutores vivos se deben de tomar en cuenta ciertas consideraciones mostradas en el Cuadro 7.

Cuadro 7. Consideraciones para utilizar tutores vivos (Procomer 2018).

Postes vivos	
<p>Consideraciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Corteza suave y esponjosa que permite adherencia de las raíces de la pitahaya. • Resistente o tolerante al ataque de plagas y/o enfermedades. • No ser hospedero de plagas y/o enfermedades que afecten la pitahaya. 	<p>Ventajas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Bajo costo • Ecológico • Longevidad
<p>Alternativa:</p>	<p>Desventajas:</p>

- Madero negro (*Gliricidia sepium*).
- Jiote (*Bursera simaruba*).
- Jocote (*Spondias purpurea*).

- Aumento de costo por mantenimiento (poda, control de plagas).

- Tutores muertos

Como tutores muertos (Figura 22), se usan postes de concreto, troncos de árboles secos, cúmulos individuales de piedra, muros de piedra, etc.; siendo el ‘Madero Negro’ el que se utiliza en la práctica. Al utilizar tutor muerto, se recomienda retutorear las veces que sea necesario, para evitar que el plantón de pitahaya caiga al suelo. A continuación, se enumeran algunas características que debe reunir un buen tutor muerto, según Hernández *et al.* (2012):

- Debe tener una vida útil igual o mayor a la vida productiva del cultivo.
- Buena resistencia para soportar el peso de una planta adulta, durante su vida productiva.
- No obstaculizar el desarrollo y crecimiento de la pitahaya.
- Facilitar que las raíces adventicias de la planta, se adhieran sin dificultad al tutor para que la planta se sostenga fuertemente.
- Que no se pudra, quiebre o resquebraje en pocos años.



Figura 22. Siembra de pitahaya con tutores muertos.

Cuadro 8. Consideraciones para utilizar tutores muertos (Procomer 2018).

Postes muertos	
<p>Consideraciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Resistente a la pudrición. • Diámetro de al menos 9 cm. • Vida útil igual o mayor a la de la pitahaya (25 años). 	<p>Ventajas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Beneficio ecológico intermedio. • Bajo costo.
<p>Alternativa:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Quebracho (<i>Pentaclethra macroloba</i>). • Guachipilín (<i>Diphysa americana</i>). 	<p>Desventajas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Deforestación. • No tan longevo.

- Tutores prefabricados: Los tutores pre fabricados (Figura 23) se utilizan estructuras en la parte superior para dar soporte a los numerosos tallos de la pitahaya, algunas alternativas son marcos de madera o de cemento, llantas o cruces de madera. En cuanto a la altura de los tutores, se recomienda que esté entre los 1,4 - 1,60 m (Procomer 2018). En el Cuadro 9 se muestran algunas consideraciones para el uso de tutores pre fabricados:

Cuadro 9. Consideraciones para el uso de tutores pre fabricados (Procomer 2018).

Postes prefabricados	
<p>Consideraciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Diámetro de 4 pulgadas • Al menos 2 cm de altura (0.5 m para enterrar). 	<p>Ventajas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Muy longevo • Poco mantenimiento
<p>Alternativa:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cemento • Plástico PCT/PVC • Tubo metálico 	<p>Desventajas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Beneficio ecológico bajo o nulo • Alto costo



Figura 23. Cultivo de pitahaya con tutores pre fabricados.

Sistemas de tutoreo

Según el INTA (2010) en el cultivo de la pitahaya se utilizan diferentes sistemas de tutoreo. El tutoreo tradicional o individual por planta, es común en las plantaciones. Otro sistema tecnificado es el llamado de “doble espaldera”, pero es mucho más caro su establecimiento.

- Sistema tradicional: El sistema tradicional consiste en plantar los tutores en los sitios indicados por las estacas. La distancia de siembra es de 3.0 - 3.3 m x 2.0 -2.5 m entre planta y planta, para una población aproximada de 1350 plantas/ha.

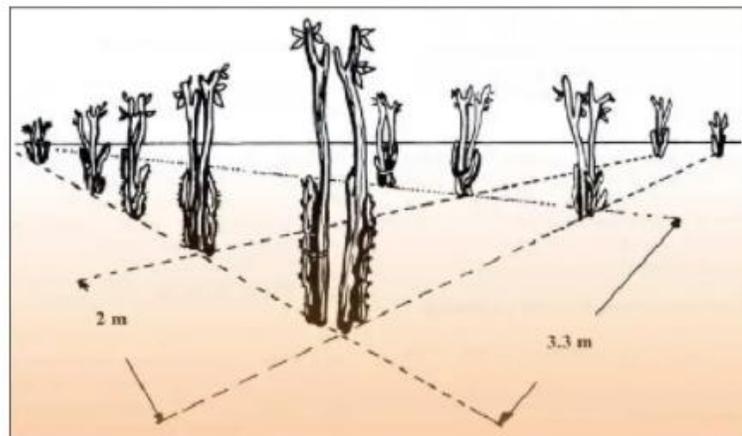


Figura 24. Distancia de siembra y distancia de tutores en el sistema tradicional

- Sistema de doble espaldera: Para construir el sistema de doble tutoreo, se utilizan postes de pino curado o bien postes de concreto, y alambre # 8, conformando una estructura que sirve de soporte a las plantas. Se plantan dos postes, uno frente al otro, de 1.6m de altura,

formando un triángulo con el suelo, y dejando 1 m de distancia entre las bases de los postes. El doble posteo se hace siguiendo la dirección de la hilera. La distancia entre un triángulo y otro (dentro y entre hileras) es de 3.0 m. A lo largo de los triángulos formados por los postes de concreto en dos de los lados, se tienden dos líneas de alambre, que servirán de sostén a los tallos de la pitahaya. La parte superior de los triángulos se unen por una línea adicional de alambre. Para las líneas que den sostén a los tallos, se usa alambre liso # 8, y se amarran a los triángulos de postes con alambre más fino; cuando se usan postes de madera se puede usar también grapas.

En cada extremo de la estructura triangular, se coloca un poste tensor con el fin de darle mayor fortaleza al sistema. Los postes tensores pueden ser de un metro de largo y se entierran medio metro. Para una hectárea se requiere 2,400 postes de cemento o bien de pino, y 48 postes tensores (1,700 postes y 34 tensores por manzana). Los tallos se siembran a 2.0 m uno del otro, a un solo lado del sistema. Con esta distancia se obtienen 1,260 plantas/ha (882 plantas/mz).

Tamaño de los tutores

Morales (2017), establece lo siguiente:

- Longitud de los tutores: El largo de cada tutor debe ser de 2.00 m y se entierra 50 cm en el suelo, quedando 1.50 metros de fuera.
- Diámetro: Es variable y depende del tipo de árbol que se utilice, por ejemplo: en Madero Negro se considera un diámetro apropiado de 25 a 30 cm, mientras que el tutor de Helequeme puede ser de un diámetro de 20 a 25 cm; en cambio, los postes de cemento pueden ser de 4 pulgadas.
- Distancia de siembra de tutores y plantas: La distancia de siembra de las plantas es la misma distancia del tutor; el tutoreo individuales el sistema tradicional más utilizado por los productores.

Retutoreo: El retutoreo consiste en reponer o reforzar aquellos tutores en decadencia con el objetivo de evitar que la planta de pitahaya se caiga. Es una actividad muy importante y se necesita una vigilancia permanente. El retutoreo contribuye a que la planta se desarrolle con facilidad, además evita que las vainas entren en contacto con el suelo (INTA 2014).

5.3.5 Fertilización

La fertilización es una actividad muy importante porque favorece el desarrollo de las plantas y las mantiene vigorosas y productivas. Se ha demostrado que la pitahaya es eficiente en la absorción y asimilación de elementos menores y micronutrientes. Sin embargo, todavía hay conocimiento limitado sobre el manejo práctico que podrían tener los fertilizantes sobre este cultivo (Sabina 2010).

Gaona *et al.* (2015) afirman que los productos orgánicos más comunes para la fertilización son estiércol y composta. Se deben de utilizar abonos orgánicos de buena calidad, pues en algunos casos pueden contaminar los cultivos con nematodos, bacterias y hongos. Se ha podido determinar que esta especie tiene altas exigencias de potasio, medias de nitrógeno y bajas de fósforo. La planta responde muy bien a las aplicaciones de materia orgánica. Se recomienda fraccionar la fertilización en dos aplicaciones por año, que deben coincidir preferiblemente con el final de la estación lluviosa. La fertilización foliar ayuda al desarrollo de la planta en estado de crecimiento y también favorece la floración y fructificación de las plantas en la fase de producción.

Para garantizar un incremento de la materia orgánica del suelo, se sugiere cubrir el suelo con el material vegetal obtenido en los procesos de poda. Adicionalmente, dependiendo del crecimiento vegetativo de la pitahaya y su tutor, se puede aplicar de 300 a 500 g de ceniza de leña un mes antes del inicio de la producción; una segunda aplicación se efectúa cuando comienza la floración y una tercera en la mitad del período de producción; la ceniza garantiza frutas grandes y jugosas, con buen vigor (Castillo *et al.* 2016).

Uno de los componentes más importantes para el desarrollo de las plantas de pitahaya es la nutrición, tener un manejo adecuado en la nutrición influye directamente sobre el desarrollo fisiológico y sobre plagas y enfermedades. Se recomienda la fertilización con materia orgánica compostada cada dos meses. En trabajos de inducción de deficiencias nutricionales en *Hylocereus* se encontró que los elementos que más limitan el desarrollo de estas especies corresponden en orden de importancia a: N, P, K y Ca. La fertilización al suelo debe hacerse en forma de media luna para las zonas en ladera, alrededor de la planta, a una distancia de 30 centímetros de la base de la rama primaria. En zonas planas, la fertilización se hace en círculos alrededor de la base de la rama primaria (Cardoza 2013).

Con el propósito de aplicar nitrógeno y otros nutrientes esenciales, se recomienda la aspersión foliar de un biofertilizante a base de estiércol, este biofertilizante se asperja a los tallos de pitahaya al menos cada mes, o al suelo al momento de la siembra (Figura 25), pero no se debe aplicar cerca o durante de la cosecha, ni tampoco cuando las flores están abiertas. No se recomienda mezclar el biofertilizante con otras aplicaciones para la nutrición, control y prevención de plagas y enfermedades. Otros insumos agroecológicos que pueden emplearse para la producción orgánica de pitahaya son la gallinaza o la pollinaza, recursos localmente disponibles. Ambas son buenas opciones para estimular el crecimiento vegetativo, sobre todo después de la cosecha. Se puede aplicar cualquiera de los dos materiales cada dos meses, mientras la pitahaya crece vegetativamente, aplicando excremento bien descompuesto cerca de la zona radical: 200 g si son plantas chicas y 400 g si las plantas son grandes. Se trata de enmiendas altas en nitrógeno, azufre y micronutrientes. Para prevenir una rápida filtración de los nutrientes que contiene la gallinaza, conviene revolverla con hojas secas, aserrín muy descompuesto y tierra roja arcillosa (Castillo *et al.* 2016).



Figura 25. Aplicación de biofertilizante al momento de la siembra.

En suelos con baja fertilidad es necesario realizar fertilizaciones a base de abono orgánico como gallinaza, bovinaza y aplicaciones de fuentes de nitrógeno de forma manual o de un sistema de fertirrigación, esta técnica permite obtener una mayor eficiencia en el uso del agua y fertilizantes que pudieran influir en el número de brotes vegetativos maduros al año e incrementar el rendimiento y la calidad por planta (Ferral 2012).

5.3.6 Riego

En cuanto a reportes sobre el efecto que tiene la aplicación de riego en pitahaya, se ha observado que el riego regular es importante porque permite a la planta la acumulación de reservas suficientes para construir no sólo flores en el momento más favorable, sino también garantiza el desarrollo de los frutos. Los requerimientos de precipitación anual de la pitahaya varían de 25-50 mm y el exceso de agua conduce a una disminución de flores e induce la pudrición de frutos (Sabina 2010).

No se han determinado con exactitud las necesidades de agua de la pitahaya; sin embargo, se sugiere aplicar en cada riego 3 L por planta durante el crecimiento vegetativo y 4.5 L por planta durante la producción. Los riegos deben aplicarse cuando las lluvias escasean. Se sugiere regar por goteo o microaspersión; esta última forma es recomendable cuando se tienen cultivos intercalados entre la pitahaya (Ferral 2012).

Según Gaona *et al.* (2015) la pitahaya resiste periodos prolongados de sequía, sin embargo, se ha encontrado que sin este los brotes vegetativos disminuyen, los tallos pierden turgencia, aparecen brotes deformes, mueren algunas partes de la planta y no hay efecto en la inducción floral; por el contrario, el riego favorece la recuperación de las plantas y el reinicio de su desarrollo.

5.3.7 Podas

La poda es una labor importante en el cultivo de la planta ya que ayuda a mantenerla sana y sirve para regular la cantidad de tallos productivos. Existen cuatro tipos de podas:

- Poda de formación

Según Cardoza (2013), en la fase de vivero las plantas empiezan a emitir brotes vegetativos (Figura 26) coincidiendo con el desarrollo abundante de raíces. El trasplante debe hacerse cuando los brotes alcanzan un máximo de 50 cm de longitud, para evitar el daño en el transporte. Entre los tres y seis meses después de trasplantado se seleccionan el número de cladodios que se requieran de acuerdo a la estructura de soporte seleccionado (tutor). Luego de seleccionar los brotes que deben desarrollarse, se hacen amarres con el propósito de guiarlos hasta que lleguen al tutor y se van distribuyendo sobre este. Los brotes vegetativos o botones florales que vayan apareciendo deben ser eliminados. Las ramas que crecen muy próximas al suelo deben eliminarse para evitar que se contaminen por patógenos. La decisión del número de brotes o ramas secundarias depende del tutor que se vaya a utilizar.



Figura 26. Desarrollo de brotes vegetativos en vivero (izq.) desarrollo de brotes vegetativos en planta ya establecida (der.).

La poda de formación consiste en eliminar los brotes de la penca principal, hasta los 60 cm del suelo; cuando alcance la cima del tutor, se debe despuntar los tallos, para promover la emisión de tallos colgantes, lo que permitirá obtener buena fructificación el próximo año (INIAP 2020).

Se realiza desde que la planta está en vivero, donde se eliminan todos los brotes excepto uno o dos, que se dejarán crecer. La poda se continúa haciendo, manteniendo una sola vaina que alcance la cima del tutor; todo brote que emerja se debe podar. Cuando la vaina llegue a la cima del tutor se permitirá el desarrollo de vainas, lo cual permitirá una buena fructificación. Esta actividad puede realizarse durante los dos primeros años de establecida la plantación (OIRSA 2000).

La poda de formación tiene como fin propiciar un ambiente favorable para que la rama primaria se adapte al sistema de soporte, incrementar el área efectiva de exposición a la luz solar, estimular el crecimiento de ramas secundarias y para facilitar las labores de cultivo. Consiste en seleccionar tallos que crezcan en diferentes direcciones, para evitar aglomeraciones que favorezcan pudriciones por diferentes patógenos; además, con este tipo de poda se facilitan otras labores culturales, tales como: aplicaciones fitosanitarias, control de maleza, cosecha, etc. Se deben podar todos los brotes que la planta emite entre el nivel del suelo y un metro de altura, con el fin de formar una canasta en la parte superior del tutor (Sánchez 2017).

- Poda de sanidad o limpieza

Esta poda consiste en eliminar los tallos afectados por plagas y enfermedades y los que se han secado. El corte de los tallos debe hacerse en el entrenudo. Todo el material que se corta debe enterrarse fuera de la plantación, nunca debe dejarse al aire libre dado que constituye fuente de inóculo de enfermedades. Se recomienda este tipo de poda en los meses de febrero, mayo, julio, septiembre y noviembre (OIRSA 2000).

Según el INIAP (2020), la poda sanitaria consiste en la eliminación del material enfermo para disminuir la diseminación de patógenos; los tallos se deben cortar en el entrenudo y todo el material de poda debe llevarse fuera de la plantación, esta poda se realiza después de cada cosecha y la poda de producción, actividad que estimula la emisión de yemas florales, sobretudo en la época seca y la brotación vegetativa en temporadas lluviosas.

Sánchez (2017) afirma que las partes vegetales afectadas deben eliminarse enterrándolas, aplicándoles cal en forma abundante para luego tapparlas con una capa de tierra mínimo de 30 centímetros, de esta manera se reduce la posibilidad de reinfección evitando que el inóculo quede en el campo y sea propagado por los operarios, el viento o por insectos. Las herramientas utilizadas en esta actividad deben ser desinfectadas después de cada corte. Usualmente se realizan podas fitosanitarias cada dos meses durante el periodo lluvioso.

Las podas sanitarias se hacen también para eliminar cladodios que no se desarrollan o se secan. La forma de podar depende del daño causado en el cladodio. Las partes vegetales afectadas deben eliminarse enterrándolas, aplicándoles cal en forma abundante para luego tapparlas con una capa de tierra mínimo de 30 centímetros, de esta manera se reduce la posibilidad de reinfección evitando que el inóculo quede en el campo y sea propagado. En práctica de poda sanitaria algunos productores eliminan frutos, cuando se empiezan los síntomas de pudrición basal del fruto (Cardoza 2013).

- Poda de producción o entresaca

Consiste en eliminar los tallos y brotes improductivos que se encuentran en la parte interna de la planta. Es comúnmente conocida como poda de entresaca. Con este tipo de poda se logra concentrar la producción en pocas ramas ya que se regula el número de tallos improductivos. Las podas de producción se deben realizar después del primer año de haber establecido el cultivo. El objetivo de

esta poda es encontrar brotes reproductivos fértiles y bien ubicados que permitan una mejor calidad con rendimientos regulares. Las podas de producción se hacen en los cladodios terciarios que tengan una longitud superior a los 70 cm de longitud (Sánchez 2017).

Según el OIRSA (2000), la poda de entresaca consiste en eliminar los tallos improductivos que se encuentran en la parte interna de la planta. Con este tipo de poda se regula la población de tallos productivos colgantes, lo que evita el peso excesivo de la planta que pueda quebrar los tutores y que éstas caigan al suelo. También se facilita la circulación de luz y aire entre los tallos, lo que previene el ataque de hongos y bacterias ya que disminuye la humedad en la planta. Este tipo de poda se hace a partir del tercer año de establecida la plantación, normalmente se lleva a cabo en marzo y noviembre.

El objetivo de esta poda es encontrar brotes reproductivos fértiles y bien ubicados que permitan una mejor calidad con buenos rendimientos. Las podas de producción se hacen en los cladodios terciarios que tengan una longitud superior a los 70 cm de longitud. Puede realizarse una poda corta, la cual consiste en cortar los cladodios a partir de 20 centímetros después de que ha pasado el tutor. Es decir con esta poda se eliminan todas las ramas colgantes. Con esta poda se estimula el desarrollo de brotes vegetativos laterales que a la vez se convierten en ramas productivas. Otro tipo de poda es la poda larga, en esta la rama dominante se deja descolgar y se corta a una distancia de cincuenta o sesenta centímetros del suelo. También se estimula la brotación de cladodios vegetativos que se convierten en productivos, los cuales se cortan como en el caso anterior, para que no pasen de ochenta centímetros (Cardoza 2013).

- Poda de tutores vivos

Los tutores vivos producen ramificaciones que le brindan la sombra a la planta de pitahaya, la cual si es excesiva puede afectar la floración y formación de frutos. Es importante recordar que la pitahaya debe estar expuesta a la luz solar. La poda de tutores consiste en eliminar las ramificaciones muy vigorosas que le brinden demasiada sombra a la planta. Se pueden hacer entre 2-4 podas al año, principalmente en la época lluviosa que es cuando el tutor vivo tiene mayor capacidad de formación de ramas (OIRSA 2000).

Según Hernández *et al.* (2018), la poda de tutores es un tema delicado pues, la salud del tutor afecta la salud de la pitahaya, por tanto, se evitarán los desmoches de los tutores y se recomienda la aplicación de podas:

1. De apertura de copa: cortando menos del 25% de las ramas del árbol, con herramientas limpias y con cortes de sierra (manual y de otro tipo). La sombra debe ser lo suficiente como para dejar pasar el 70 a 50% de la luz para la pitahaya.
2. De formación: evitando ramas más bajas que la altura del pecho o cruzadas.
3. De sanidad: retirando ramas muertas o enfermas.

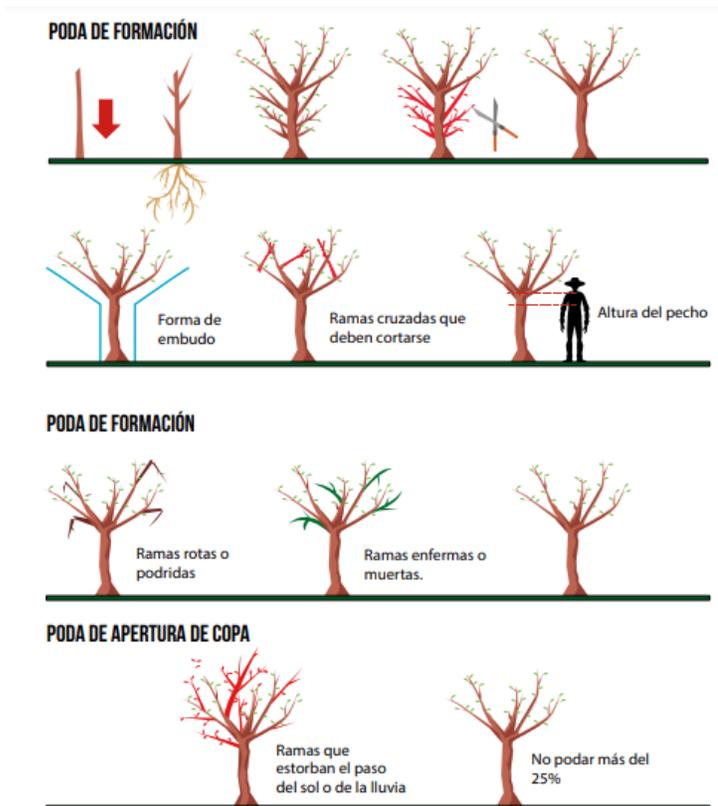


Figura 27. Podas de tutores

Según el INTA (2014), la poda de tutores vivos se hace con el objetivo de evitar competencia entre éstos y el cultivo, ya sea por luz, nutrientes y agua. Esta se realiza las veces que sea necesaria durante la época lluviosa. Presenta las siguientes ventajas:

- Mejora la exposición solar, aumentando la producción de flores y frutos.

- Los frutos presentan mejor coloración y se acorta su madurez fisiológica.
- Se reducen los riesgos de daños por plagas y enfermedades.
- Facilita las labores culturales en el cultivo.

5.3.8 Polinización

La polinización es el primer paso para la reproducción. Por ello es importante la preservación y defensa de los principales polinizadores como son los murciélagos, abejas, mariposas nocturnas y colibríes. Las cactáceas son conocidas como un grupo asociado a la polinización por polillas, abejas, aves y murciélagos. La flor permanece abierta solo por la noche y algunas veces por unas horas en las mañanas. En cactáceas, el aroma de la flor está relacionado con el tipo de polinizador, los murciélagos prefieren las flores de aroma desagradable y que además sean una plataforma de aterrizaje (Gunasena *et al.* 2006).

La flor de pitahaya tiene ambos sexos y es aromática, abre solo en la noche (19:00) y se cierra en la mañana (11:00). A medida que las flores abren en la noche, los murciélagos (*Leptonycteris curasoae* y *Choeronycteris mexicana*) y las mariposas las polinizan. *H. undatus* tiene un débil mecanismo de autoincompatibilidad, es decir, puede llegar a aceptar su propio polen. Sin embargo, se puede lograr una buena polinización mediante polinización cruzada natural y manualmente entre clones compatibles. Por lo tanto, para evitar un bajo porcentaje de amarre de fruto se recomienda tener establecidas diferentes variantes no emparentados (genotipos) en una misma plantación. En Tehuacán, Puebla, se estudió la biología de la polinización de la pitahaya y se obtuvo que las flores abren cerca de las 19:00 h y cierran cerca de las 11:00 h, con una duración de antesis (periodo de apertura de la flor) de 17 horas, en el mes de junio. Los polinizadores nocturnos contribuyeron mejor al amarre de fruto (76.9%) que los polinizadores diurnos (46.1%). Durante la noche las flores son polinizadas por los murciélagos *Leptonycteris curasoae* (Figura 28) y *Choeronycteris mexicana*, mientras que en el día son polinizadas por las abejas (*Apis mellífera* y otras) (Valiente *et al.* 2007).



Figura 28. *Leptonycteris curasoae* polinizando pitahaya.

Si la polinización se realiza de manera manual, el polen puede ser almacenado en refrigeración para posteriormente ser aplicado en las plantaciones. Sin embargo, en modelos de producción agroecológicos, se plantea el cuidado y protección de los polinizadores como parte vital de los ecosistemas (Hernández 2018).

En las flores de pitahaya se observan los fenómenos de heterostilia y ginoheterostilia, ambos eventos evitan la autopolinización. Para *H. undatus* se señalan como agentes polinizadores a los murciélagos y mariposas nocturnas. Esta planta es preferida por tener flores blancas y tubulares. Las tres principales especies de murciélagos polinizadores de la pitahaya son: *Leptonycteris curasoae*, *L. nivalis* y *Choeronycteris mexicana* (Figura 29) (Ferral 2012).



Figura 29. *Choeronycteris mexicana* polinizando cactácea (Ferral 2012).

Al finalizar la noche Ferral *et al.* (2012) han observado la presencia de palomillas (*Manduca spp.*) sobre el estigma y como consecuencia de su actividad el estigma adquiere una coloración negruzca debido al desprendimiento de las escamas de sus alas y vellosidades de sus cuerpos. Se ha encontrado que la producción de néctar en la flor está relacionado con los requerimientos del polinizador: abejorros durante el día y palomillas durante la noche. En la flor de la pitahaya, durante las 6:10 h a las 8: 10 h existe una intensa actividad de las abejas, las anteras exhiben los daños ocasionados por otros insectos, dejando cubiertos de polen el estigma y el estilo. A continuación se muestra la entomofauna asociada a la flor de pitahaya:

Cuadro 10. Insectos asociados a la flor de *H. undatus* en Yucatán (Ferral *et al.* 2012).

Orden	Familia	Especie
Lepidoptera	Sphingidae	<i>Agrius cingulatus</i>
		<i>Manduca sexta</i>
		<i>Manduca rustica</i>
Coleoptera	Melolonthidae	<i>Phyllophaga sp.</i>
		<i>Cyclocephala sp.</i>
	Cerambycidae	<i>Eburia stigma</i>
		<i>Eburia aegrota</i>
	Nitidulidae	<i>Carpophilus sp.</i>
Hymenoptera	Apidae	<i>Apis mellífera</i>



Figura 30. *Manduca sexta* (izq.) y *Manduca rustica* (der.)

En la investigación se observó que la flor de *H. undatus* iniciaba la apertura floral a partir de las 20:00 h, en este horario la actividad de los insectos se incrementaba y los primeros en llegar fueron los nitidúlidos que después de 30 minutos de la apertura floral se introdujeron hasta el fondo de la flor y permanecieron hasta el día siguiente. Mientras que los melóntidos aparecieron después de una hora y además de tener contacto directo con los órganos sexuales de la flor se alimentaron de los pétalos, estambres y copularon en la flor; ellos permanecieron durante varias horas y abandonaron la flor antes del amanecer. En el caso de los cerambícidos su actividad iniciaba a las dos horas después de la apertura, ellos tenían gran contacto con el estigma y los estambres y además copulaban en la flor, solo permanecían un par de horas en las flores. Los esfíngidos aparecían después de 3 horas de la apertura floral, entraban a la flor y con sus alas hacían contacto con todas las estructuras con su revoloteo, solo permanecían de 10-15 segundos dentro de la flor. En los primeros rayos de luz solar hacían su aparición las abejas, quienes presentaban mayor actividad en las flores, teniendo contacto constante con el estigma y no en los estambres, su tiempo de permanencia no era tan efectivo para transportar los granos de polen (Ferral *et al.* 2012).

La polinización es esencial en la producción de frutos de esta planta. Ya que las flores se abren por las noches los murciélagos y polillas nocturnas polinizan las flores. En muchos países donde la pitahaya es un cultivo nuevo la polinización es pobre debido a la falta de polinizadores naturales. Por lo tanto, se ha sugerido que se realice polinización manual para incrementar la producción de los frutos. *H. undatus* posee un mecanismo debilitador auto incompatible. Por lo tanto, se podría lograr una polinización eficiente mediante la polinización cruzada de clones compatibles. Por lo tanto, para evitar una baja producción de frutos se recomiendan plantaciones mixtas con varios genotipos. Aunque la información es limitada, Tel-Zur (2004) mostró que algunos géneros de *Hylocereus spp.* se cruzan fácilmente entre sí (Gunasena *et al.* 2006).

La autopolinización de *H. undatus* genera un reducido número de semillas y un menor porcentaje de cuajado de frutos (50-80%), mientras que a partir de polinización cruzada con clones compatibles de distinto material genético, es posible obtener un cuajado del 100% de las flores. Esta información, coincide con evaluaciones realizadas por Valiente *et al.* (2007), quienes destacan el alto porcentaje de éxito de la polinización artificial cruzada en la obtención de frutos. Para alcanzar el éxito en la polinización, es necesario considerar las características del polen en términos de viabilidad en el tiempo. Especialmente si se pretende optar por la polinización cruzada, ya que es posible que la variedad polinizadora y principal no presenten una sincronía en su floración, lo cual obliga a

elaborar métodos de conservación de polen para emplear en el momento oportuno. Asimismo, la viabilidad inicial del polen en especies del género *Hylocereus* tiende a ser alta (90-94%), pero el periodo efectivo de polinización es muy breve, desde la apertura floral hasta apenas unas horas después, cerca de la tarde del día siguiente. Igualmente, polinizaciones más tardías originan frutos con menos semillas, y por lo tanto de menor peso (Ramos 2018).

El porcentaje de germinación de los granos de polen es mayor en polinizaciones realizadas a partir de la antesis floral, alcanzando su máximo potencial germinativo a las 0:00 h en la zona central de las prolongaciones estigmáticas. A mediodía, el nivel de germinación del polen presenta su nivel más bajo. Se recomienda, por lo tanto, realizar las polinizaciones cerca de la medianoche, evitando polinizaciones tardías (Ramos 2018).

5.3.9 Control de plagas y enfermedades

Las principales vías de transmisión de las enfermedades según el INTA (2014) son:

- Material vegetativo contaminado, esta es la forma más común de propagación de una zona a otra.
- Herramientas agrícolas como machetes, azadones, tijeras de podar que han sido contaminadas por plantas enfermas.
- Agua de riego o lluvia.
- Insectos que portan y trasladan hongos (esporas), virus y bacterias de una planta a otra.
- Transporte de bacterias, esporas de hongos y virus en ropa, zapatos y herramientas.
- Por medio del viento que transporta las esporas del hongo a largas distancias, el cual es un medio de transmisión muy eficaz y prácticamente incontrolable.

Principales enfermedades por hongos y bacterias

El INTA (2014) establece que la pitahaya es atacada por algunos patógenos de origen fungoso y bacteriano. Las condiciones climáticas que contribuyen a que las enfermedades se presenten con mayor intensidad son: alta humedad relativa, alta temperatura y exceso de humedad en el suelo. También, el mal drenaje de los suelos ofrece condiciones favorables para el desarrollo de enfermedades.

- Pudrición de raíces, tallos y pudrición basal del fruto (*Fusarium spp.*)

Es un patógeno sistémico que causa pudriciones en raíz y en todas las pencas. Es un patógeno facultativo, capaz de sobrevivir en el agua y suelo alimentándose de materiales en descomposición. El daño se muestra inicialmente, como pústulas en la base del pedúnculo en el sitio de inserción al tallo y, con los días, se va haciendo notorio el color amarillo en esa zona de la fruta (Figura 31). En estado avanzado la zona afectada muere y si no se corta se cae sola (Mora 2011).



Figura 31. Pudrición del fruto por *Fusarium sp.*

El manejo cultural requiere realizar un control oportuno de malezas, ajustar los planes de fertilización, hacer solarizaciones por sitio de siembra, drenar el terreno, sembrar en montículos, obtención de semillas libres del patógeno, erradicar plantas afectadas. El manejo microbiológico requiere inoculación radicular con *Trichoderma* y micorrizas en el transplante (Mora 2011).



Figura 32. Amarillamiento generalizado (A) y raíces afectadas por *Fusarium spp.* (B, C).

- Antracnosis del tallo y el fruto (*Colletotrichum gloesporioides*)

Según Mora (2010) los síntomas inician con pequeñas manchas circulares de color café-rojizo y al avanzar en el tejido se muestran manchas secas y hundidas de color negro. En ataques severos la parte manchada se desprende dejando huecos en el cladodio, disminuyendo la fotosíntesis y, por ende, el tamaño de los frutos.

Según el INTA (2014) este hongo ataca tallos y frutos donde se presentan manchas secas y hundidas de color negro. Los frutos pueden llegar a pudrirse por completo en las infecciones más severas.

El manejo cultural requiere sembrar material sano, realizar podas fitosanitarias, compostar los residuos de poda, desinfectar herramientas, evitar suelos con alto nivel freático (de aguas), eliminar residuos de flores y tallos enfermos y hacer un control oportuno de malezas. También deben evitarse los suelos mal drenados y controlar presencia de insectos perforadores de tallo que faciliten la entrada del hongo (Mora 2010).



Figura 33. Síntomas ocasionados por antracnosis en la vaina.

- Pudrición bacteriana (*Erwinia carotovora*)

La pudrición bacteriana del tallo es causada por la bacteria *Erwinia carotovora* la cual puede vivir en condiciones de escasez de oxígeno. Cuando ataca, los tallos muestran manchas amarillas que en ataques severos se unen en toda la penca, mostrando licuefacción de tallos con olores fuertes y

desagradables. Se disemina por insectos y herramientas contaminadas, penetrando por heridas de las labores; para su desarrollo la favorecen las humedades superiores al 90% sumado a las altas temperaturas (Mora 2011).

Según Castillo *et al.* (2016) la enfermedad inicia con el amarillamiento del tallo, seguido por ablandamiento del mismo y finaliza cuando el tejido acuoso se desprende dejando solo el haz vascular, razón por la cual la planta puede seguir sobreviviendo. Se presenta en la época de lluvia, cuando la humedad ambiental y la temperatura son altas. No se ha desarrollado una estrategia orgánica eficiente para controlar la enfermedad; por consiguiente, lo único que se puede hacer es podar los tallos enfermos y alejarlos de la plantación. La mejor forma de controlar ésta y otras enfermedades es mediante una nutrición equilibrada de la pitahaya. Se observó que las pitahayas deficientes de nitrógeno son altamente susceptibles a la enfermedad bacteriana.

Según Mora (2011) el manejo cultural requiere podas de sanidad, siembra de esquejes sanos y curados, desinfección de herramientas, realizar un control profiláctico mediante la desinfección de herramientas y utensilios con hipoclorito de sodio o yodo al 10%. Evitar las heridas en la planta y los excesos de humedad en el suelo, realizar continuamente podas sanitarias para disminuir la cantidad de inóculo, hacer un control oportuno de malezas e instalar a la entrada del lote una zona de desinfección de manos y calzado. El manejo microbiológico requiere aspersión foliar con *Burkholderia cepacia*.



Figura 34. Cladodio afectado por *E. catovora*.

- Ojo de pescado (*Botryosphaeria dothidea*)

Esta es la enfermedad fungosa más común de la pitahaya. Afecta los tallos y se presenta principalmente en la época de sequía, cuando las plantas sufren por falta de agua y exceso de sol. Las ninfas de insectos chupadores, tal como *Leptoglossus zonatus*, facilitan la dispersión de esta enfermedad al introducir sus estiletes contaminados. Su control requiere de la poda de los tallos enfermos, así como su eliminación del campo de producción. Cuando la enfermedad es severa, después de podar los tallos enfermos, se sugiere asperjar con caldo bordelés (Castillo *et al.* 2016).

Según el INTA (2014) la enfermedad ocasiona manchas circulares de color café con puntos rojo-anaranjados en el centro similares a un ojo de pescado (Figura 35). Estas manchas pueden llegar a cubrir todo el tallo, disminuyendo la capacidad fotosintética de la planta.

Al disminuir la fotosíntesis, la cantidad y el tamaño de los frutos también disminuye. Para manejar la enfermedad se recomienda sembrar material sano, realizar podas fitosanitarias, combatir insectos perforadores del tallo y desinfectar las herramientas con cloro (OIRSA 2000).

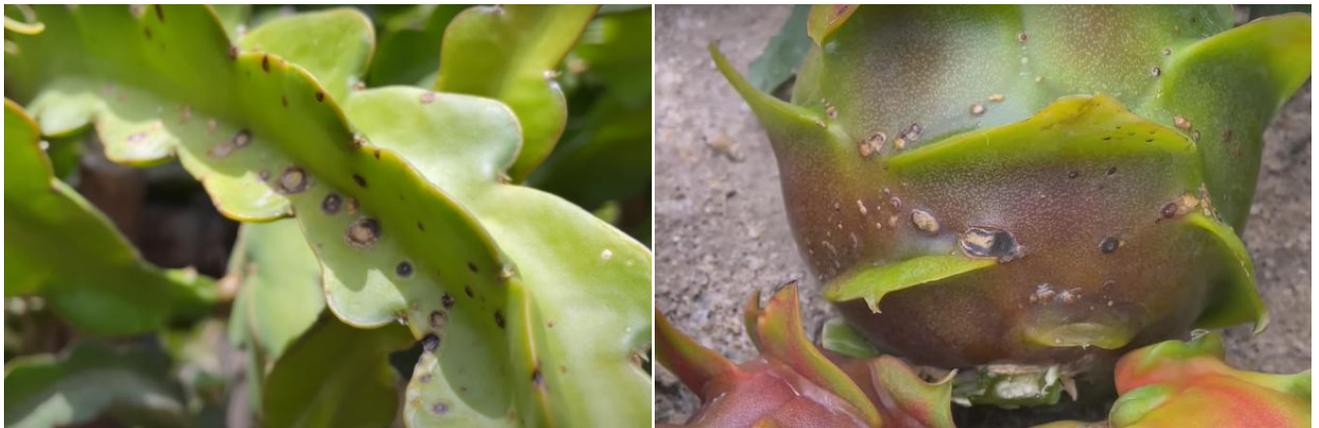


Figura 35. Ojo de pescado en tallo y fruto de pitahaya

Plagas

- Mosca del botón floral (*Dasiops saltans*)

La mosca del botón floral llega a ocasionar pérdidas en la floración que varían entre 40 al 80%. El daño es ocasionado inicialmente por la hembra, quien deposita con ayuda de su ovopositor los huevos en el botón floral; luego pasan a larvas que se alimentan vorazmente del botón floral causando pudrición de adentro hacia afuera (Mora 2011).

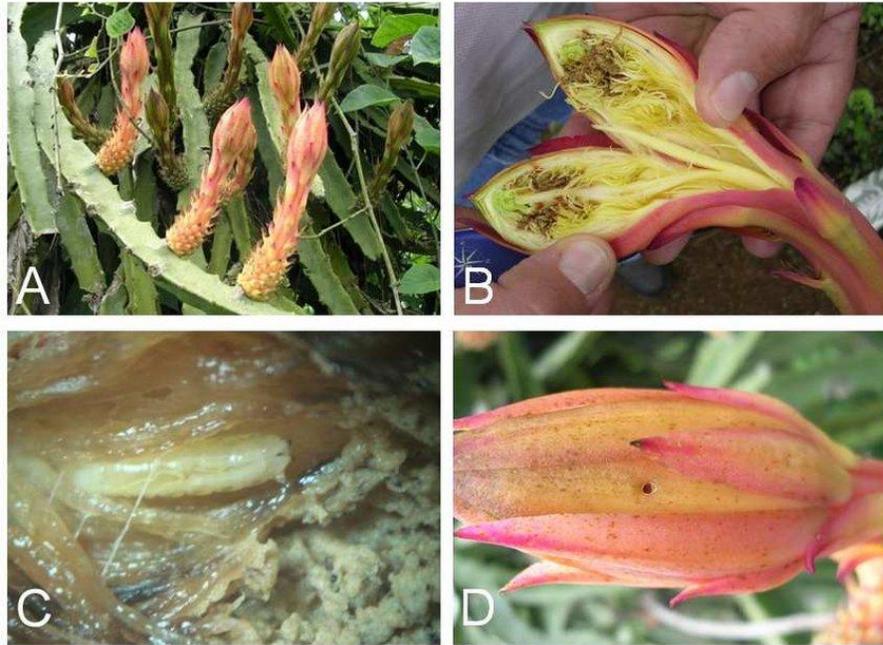


Figura 36. Daños ocasionados por *Dasiops saltans*. A. Botones rojizos infestados por *D. saltans*. B. Daño interno del botón floral. C. Larva consumiendo las estructuras reproductivas del botón floral. D. Orificio de salida de Larva.

Mora (2011) establece que el manejo cultural requiere realizar control de malezas oportuno y plateos constantes. El manejo etológico requiere la instalación de las trampas Mcphail con proteína hidrolizada dentro del cultivo antes de iniciar la floración, así mismo la instalación de trampas de color amarillo con pegantes agrícolas.



Figura 37. *Dasiops saltans* (Mora 2011).

- *Alberada bidentella* Dyar

Su larva se alimenta de tallos, flores y frutos. La palomilla adulta deposita sus huevecillos en los tallos jóvenes, en la flor o en el fruto. La abundancia de los individuos es favorecida por temperaturas y precipitaciones altas. El daño es causado exclusivamente por la larva (Figura 38), el gusano barrena la punta de los tallos jóvenes, los cuales adquieren un color amarillento; además, en las salidas de las galerías se acumulan desechos de aspecto granulado, constituido por las excretas de la larva y secreciones de la planta (Figura 39). La larva también puede parasitar las flores. En los frutos, la entrada de la larva ocurre principalmente en el extremo apical, en el “ombbligo”, pero ocasionalmente penetra por otros lados del fruto (Hernández *et al.* 2018).

Para controlar al barrenador, se recomienda integrar los métodos cultural, físico, biológico y orgánico. En el método cultural deben removerse todas las partes de la pitahaya afectadas; el objetivo es interrumpir el ciclo de vida del barrenador. Con relación al control físico, se propone cubrir los frutos durante su desarrollo con bolsas de polietileno para dificultar la ovoposición de la palomilla en los frutos; igualmente, se sugiere emplear trampas de luz combinadas con la fijación de una sábana blanca en posición vertical y una cubeta llena de agua por debajo: los adultos machos del barrenador son atraídos por la luz, colisionan con la sábana y caen en el balde. Referente al control biológico, la liberación de huevecillos de *Tricogramma sp.* es una buena opción. El uso de esporas, comercialmente disponible, de la bacteria *Bacillus thuringiensis* Berliner (Bt) es también una opción con potencial de éxito (INIAP 2020).



Figura 38. Larva (izq.) y adulto (der.) de *Alberada bidentella* (INIAP 2020).



Figura 39. Flor y fruto afectados por la larva de la palomilla

- Abejas de *Meliponas sp.*

Estas abejas cortan los márgenes de las brácteas de flores y frutos, dejando cicatrices que dan una apariencia desagradable a los frutos. Estas plagas se controlan con aceite de nim o *B. thuringiensis*. Los pájaros pueden causar daños menores al picotear los frutos, para su control se sugiere cosechar los frutos inmediatamente una vez que inician su maduración, otra medida preventiva es cubrir los frutos con bolsas de polietileno (Castillo *et al.* 2016).



Figura 40. Abejas *Meliponas sp.*

- Chinchas pata de hoja (*Leptoglossus zonatus*, *L. phyllopus* y *L. gonagra*).

El chinche patón ataca en las primeras cuatro semanas desde que aparecen los botones florales. El daño a los botones florales es causado por los adultos y las ninfas en sus diferentes instares. El daño ocurre mediante la alimentación del insecto la cual realiza al succionar la savia de la planta usando

el aparato bucal chupador. La alimentación del chinche patón, causa síntomas de clorosis en los cladodios (pencas). Los puntos de alimentación sirven de entrada para hongos y bacterias, y los exudados de las heridas atraen otros insectos como hormigas. Los botones afectados por *L. zonatus* toman un color rojizo (Figura 41, derecha) en comparación con botones sanos que son de un color verdoso (Figura 41, izquierda). Los botones florales afectados por *L. zonatus* se distinguen de aquellos afectados por la mosca del botón floral, hongos y problemas fisiológicos que también son de color rojizo, porque las anteras y pistilos se tornan de un color oscuro (Kondo *et al.* 2013).



Figura 41. Botón floral sano (izq.) vs. botón floral afectado por *L. zonatus* (der.).

La chinche pata de hoja causa daño al chupar la savia de las vainas para alimentarse, causando manchas blancuzcas y deformaciones; en estado adulto y en estado de ninfas también afecta a los botones florales. Otro daño muy importante es que el insecto es vector de la Antracnosis (*Colletotrichum gloeosporoides*) llevando la enfermedad en sus patas y/o aparato bucal (INIAP 2020).

Las ninfas y los adultos de esta chinche succionan la savia de los tallos o el jugo de los frutos. Esto provoca el amarillamiento y muerte de tejidos, así como manchas, grietas o deformaciones en los frutos. Esta plaga puede estar presente durante todo el año y suele atacar en grupos grandes. Se recomienda mantener bajo control malezas hospederas y eliminar residuos de cosechas anteriores (Procomer 2018).

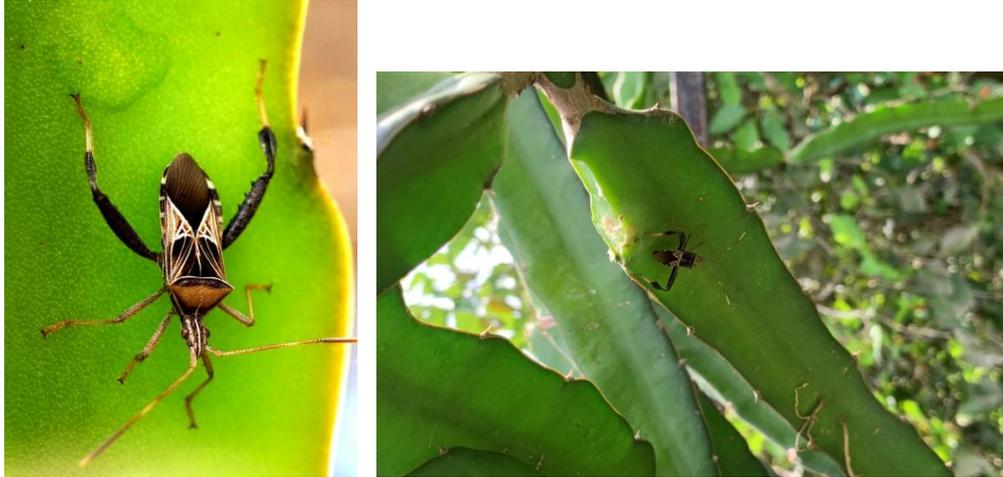


Figura 42. Chinchas patas de hoja sobre vaina de pitahaya

- Hormigas negras y zompopos (*Attas sp.*, *Solenopsis sp.*)

Los adultos de ambas especies de hormigas pueden atacar los tallos jóvenes de pitahaya provocando deformaciones en los mismos. También pueden atacar flores y romper la cáscara y las brácteas de los frutos. Entre los síntomas que se observan en las flores afectadas por estos insectos está el amarillamiento y caída de la flor (Procomer 2018).

Otras especies como hormigas arrieras o corta hojas (*Acromyrmex octoespinosus*), hormiga de fuego (*Solenopsis geminata*) pueden atacar durante la floración y producir amarillamiento y caída de la flor (Hernández *et al.* 2018).

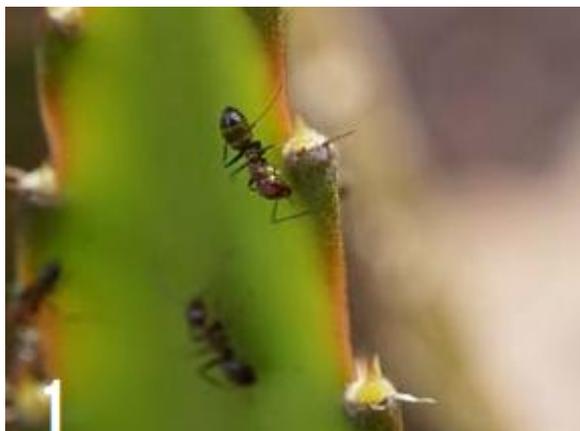


Figura 43. Hormigas sobre vaina de pitahaya

Estas plagas se comen las brácteas u orejas del fruto y dañan los cladodios. El daño que producen reduce la calidad del fruto y la producción. Para controlar las troneras o zompoperas se puede ubicar la tronera, excavar y destruir las galerías (OIRSA 2000).

Otras plagas que pueden afectar el cultivo en menor grado, según Kondo *et al.* (2013), son:

- Barrenador de los tallos y frutos (Lepidoptera, Pyralidae), afectan follaje y frutos. Otro lepidóptera, el minador de los tallos (Lepidoptera, Gracilaridae), afecta follaje y frutos.
- *Diphaulaca aulica*, es un insecto chupador de hábitos nocturnos que provoca amarillamiento, muerte y caída de la flor, así como la deformación del fruto.
- Moscas de la fruta (*Anastrepha sp.*): Estas depositan sus huevecillos en la flor y frutos pequeños y al transformarse en larvas, estas se alimentan del fruto, la pulpa se vuelve de color café, siendo más oscuro en color hacia la parte exterior de las galerías que forman.

Los pájaros (Figura 44), ratas y garrobos son animales que causan daños serios en la pitahaya, ya que son capaces de picotear, roer y comerse gran cantidad de frutos. Para controlar las ratas se pueden utilizar trampas, para los pájaros puede colocarse una botella de plástico protegiendo el fruto.



Figura 44. Daños ocasionados por pájaros en fruto de pitahaya.

5.3.10 Control de plantas arvenses.

Las arvenses o plantas que pueden intervenir en el cultivo cuando están mal ubicadas dentro de la plantación generan pérdida en los sistemas de producción debido a la alta competencia por nutrientes, luz, agua y espacio; aumentan la humedad relativa creando microclimas que favorecen las condiciones de establecimiento de hongos, hospederos de plagas y patógenos. Por tanto, generan el incremento en los costos de producción, reduciendo el rendimiento y disminuyendo la calidad de la fruta (Mora 2011).

La pitahaya es muy diferente a otros cultivos perennes. El período crítico con respecto al complejo de malezas es permanente, ya que nunca cierra calle. Además, tiene un crecimiento lento durante los dos primeros años por lo que el control de las arvenses es de suma importancia (INTA 2014).

Entre las estrategias para reducir los impactos negativos de las arvenses, se consideran: inicialmente mantener el área libre de hierbas vivas y cubrir este espacio de suelo con Mulch, preferiblemente material vegetal seco, y las hierbas existentes entre las calles deberán mantenerse controladas mecánicamente (machete o guadaña) a un nivel no superior a 20 cm del suelo (Mora 2011).

Otra estrategia, según Gamboa (2019) es agregar algún cultivo en asociación como frijol, piña, entre otros, sobre todo en los primeros años.

Para el manejo de arvenses puede establecerse otros cultivos en la calle de pitahaya; ya que a través de las labores a éstos se controlan las malezas. Algunos cultivos que pueden sembrarse son: Papaya, piña, tomate, frijol, chile. Los cultivos de tomate y frijol deben sembrarse a 0.5 m de distancia de la hilera de plantas de pitahaya. Para papaya, establecer una sola hilera en el centro de la calle. Para piña, sembrar de 2-3 surcos en el centro de la calle de la pitahaya. Estos cultivos darán alimentos o podrán venderse, obteniendo recursos económicos adicionales (OIRSA 2000).

Según el OIRSA (2000), también pueden utilizarse coberturas vivas, como distintas especies de frijol de cobertura como: *Canavalia ensiformis*, *Mucuna pruriens*, *Cajanus cajan*, *Lablab purpureus*, *Vigna radiata* y *Vigna unguiculata*. En las zonas más frescas responden mejor las especies de *Canavalia* y *Lablab*, en zonas secas *Vigna*, *Cajanus* y *Mucuna*. Las especies de cobertura deben sembrarse de 0.5-1 m de la hilera del cultivo de pitahaya. El uso de coberturas vivas evita el desarrollo de plantas arvenses y la germinación de sus semillas por el efecto de la sombra producida por la cobertura de hojas de las especies, aporta materia orgánica al suelo, en la

época seca mantienen la humedad del suelo, ayudan a disminuir la erosión ocasionada por las lluvias principalmente en zonas de laderas, disminuyen el ataque de insectos y enfermedades y contribuyen a producir alimentos para humanos y animales.

El control cultural de las malezas se inicia con la buena preparación del suelo y con el uso de tallos sanos, vigorosos, previamente desinfectados antes de plantarlos definitivamente. Otra forma de control cultural es la asociación con otros cultivos como frijol, repollo, piña, leguminosas de cobertura, etc., ya que estos reducen las arvenses presentes, además de la erosión del suelo en áreas con mucha pendiente. Además, se logra una producción diversificada, permitiendo que los productores tengan una fuente adicional de alimento y de ingresos (INTA 2014).

El control manual de las malezas se efectúa con machete; dado que las raíces de la pitahaya son superficiales, se recomienda realizar esta labor con cuidado para evitar daños (heridas) a las raíces ya que estas son vías de entrada para los patógenos que causan enfermedades del tipo fungoso o bacteriano. El número de limpiezas dependerá del desarrollo, crecimiento y agresividad de las plantas arvenses, así como el período lluvioso ya que éste influye fuertemente en el desarrollo de las arvenses (INTA 2014).

5.3.11 Cosecha

Durante el crecimiento del fruto de la especie *Hylocereus undatus*, la maduración se presenta entre los 25 y 31 días después de la apertura floral, indicado por una transición en el color de la cáscara que va de un verde claro, con partes de color rojo incipiente, a un rojo-púrpura, reduciéndose progresivamente la firmeza del fruto; al mismo tiempo, aumentan los grados de Brix y los azúcares reductores. Por otro lado el ácido málico y el ascórbico disminuyen con la maduración. La cosecha del fruto de *Hylocereus undatus* se efectúa cuando estos adquieren el color rojo entre los 28 y 30 días después de antesis. En general, se señala que el desarrollo del color de los frutos se relaciona con su contenido de sólidos solubles totales (Montesinos *et al.* 2015).

Los frutos se cosechan cuando comienzan a “pintar” y se dejan madurar a la sombra, en un lugar seguro, donde no sean dañados por pájaros y roedores. En la cosecha se debe usar tijeras de podar bien afiladas para no dañar la base de los frutos. En ambiente natural, el fruto recién maduro dura de cinco a seis días y el que se cosecha pinto aguanta ocho días. Los frutos sazones con madurez fisiológica tienen un tiempo de vida de nueve a once días. Los frutos cortados verdes o pintos y conservados en cuartos fríos (10-12°C), maduran más lentamente pero el color rojo de la cáscara no

es tan intenso, sin embargo, el color de la pulpa no es afectado. Para la cosecha, colecta y manejo correcto de los frutos es importante conocer algunas características relacionadas con las fases de maduración y corte de los mismos, además del manejo post cosecha, especialmente si es para exportación (INTA 2014).

Periodo de producción y madurez: Este periodo comprende de junio a noviembre durante el cual pueden efectuarse de 5 a 6 cortes llamados ciclos de producción (Cuadro 11). Para la fase de maduración para realizar la cosecha, se deben tomar en cuenta los datos del Cuadro 12.

Cuadro 11. Ciclos de producción de la pitahaya (INTA 2000).

Ciclos	Meses	Niveles de producción
1	Junio	Bajo
2	Julio	Medio a alto
3	Agosto	Alto
4	Septiembre	Alto
5	Octubre	Medio a bajo
6	Noviembre	Bajo

Cuadro 12. Diferentes estados de madurez fisiológica del fruto de pitahaya (CECA 2000).

Estado fisiológico	Días de floración a estado de maduración	Madurez plena después de la cosecha (días)
Fruto sazón	25-27	10-12
Fruto pintón	28-30	6-8
Fruto maduro	34-36	-

La maduración de los frutos ocurre primero en la parte basal y va ascendiendo a las partes medias y altas. El corte se realiza con tijeras podadoras. Inmediatamente se corta y deposita en canastillas plásticas de 20 a 25 kg de capacidad. En un año se realizan 3 o 4 cosechas (Gaona *et al.* 2015).

La cosecha se realiza cuando los frutos inician el cambio de coloración. Es conveniente usar tijeras para cortar el fruto con un pedazo de tallo, teniendo cuidado de no cortar el haz vascular o “vena”. Los frutos reciben una primera selección durante la cosecha. Solo se cosechan aquellos que están libres de plagas y enfermedades. Posteriormente, la cosecha puede clasificarse en tres clases según Castillo *et al.* (2016):

I.- Frutos de muy buena apariencia > 400 g (usualmente un 60 % de la cosecha),

II.- Frutos de 250 a 400 g (30 %)

III.- Frutos < 250 g (10 %). Los frutos pueden permanecer almacenados sin enfriamiento por una semana.

El cultivo alcanza a tener con un adecuado manejo, una vida de hasta 10 años. La producción inicia entre el segundo y tercer año de siembra con un promedio de 4.5 kilogramos (Kg) por planta. Se estabiliza entre el quinto y sexto año, alcanzando un rendimiento de 10 t/ha. La cosecha es difícil debido a la presencia de espinas en la fruta, por lo que se hace necesario el uso de implementos de protección y herramientas (guantes, las tijeras para cortar desde el pedúnculo, entre otros). Debe realizarse en horas de la mañana y en días secos, con el fin de evitar el deterioro por los hongos y no extenderse muchas horas para evitar la deshidratación de los frutos; además, se debe asegurar la manipulación adecuada de la fruta para evitar maltratarla. Es necesario recolectarla según las características que exige el mercado (Mora 2011).

Gamboa (2019) establece que la cosecha debe realizarse cuando comienza a pintar, dejándose madurar a la sombra y protegidos de las aves y roedores. El fruto maduro puede durar de 5-8 días. La cosecha se realiza a partir de los 18 meses de trasplante. Existen dos cosechas principales en el año, febrero-marzo y julio-agosto. Se puede alcanzar un rendimiento de 5 kg por planta, la siguiente cosecha se duplica y así sucesivamente hasta el cuarto o quinto año, donde se estabiliza. Dependiendo de la variedad, el fruto puede medir entre 8-12 cm de largo y 6-10 cm de diámetro y pesar de 180-380 g.

6. METODOLOGÍA.

6.1. Descripción del lugar de estudio.

Una parte del establecimiento del vivero se llevó a cabo en el vivero de la Universidad de El Salvador, municipio de San Salvador, departamento de San Salvador, con coordenadas geográficas $13^{\circ}28'3''$ Latitud Norte, $-89^{\circ}05'8''$ Longitud Oeste y coordenadas planas de 261.5 km Latitud Norte, 489.6 km Longitud Oeste, con una elevación de 36 metros sobre el nivel del mar, con una precipitación promedio de 1600 mm/año, con una temperatura que oscila de 28 a 33 grados centígrados y un suelo de tipo franco arenoso, predominan los suelos andisoles.

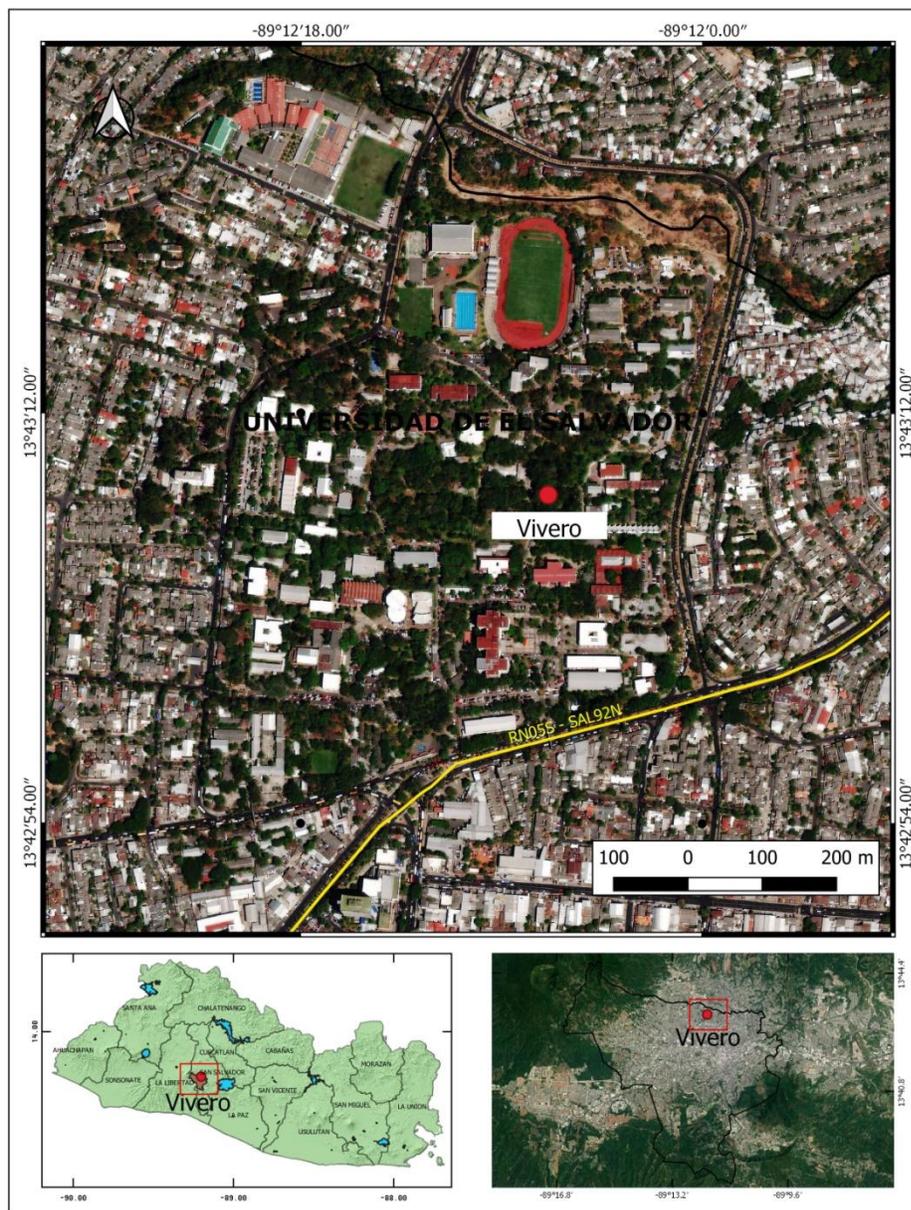


Figura 45. Localización del vivero en la UES

La segunda parte se realizó en la finca agroecológica Flor de Liz, ubicada en el departamento de Santa Ana, dicho departamento cuenta con trece municipios y ciento cincuenta y tres cantones. Se localiza entre las coordenadas geográficas Longitud: O89°33'0" Latitud: N14°0'0". En la región predominan los suelos latosoles arcillo rojizos.

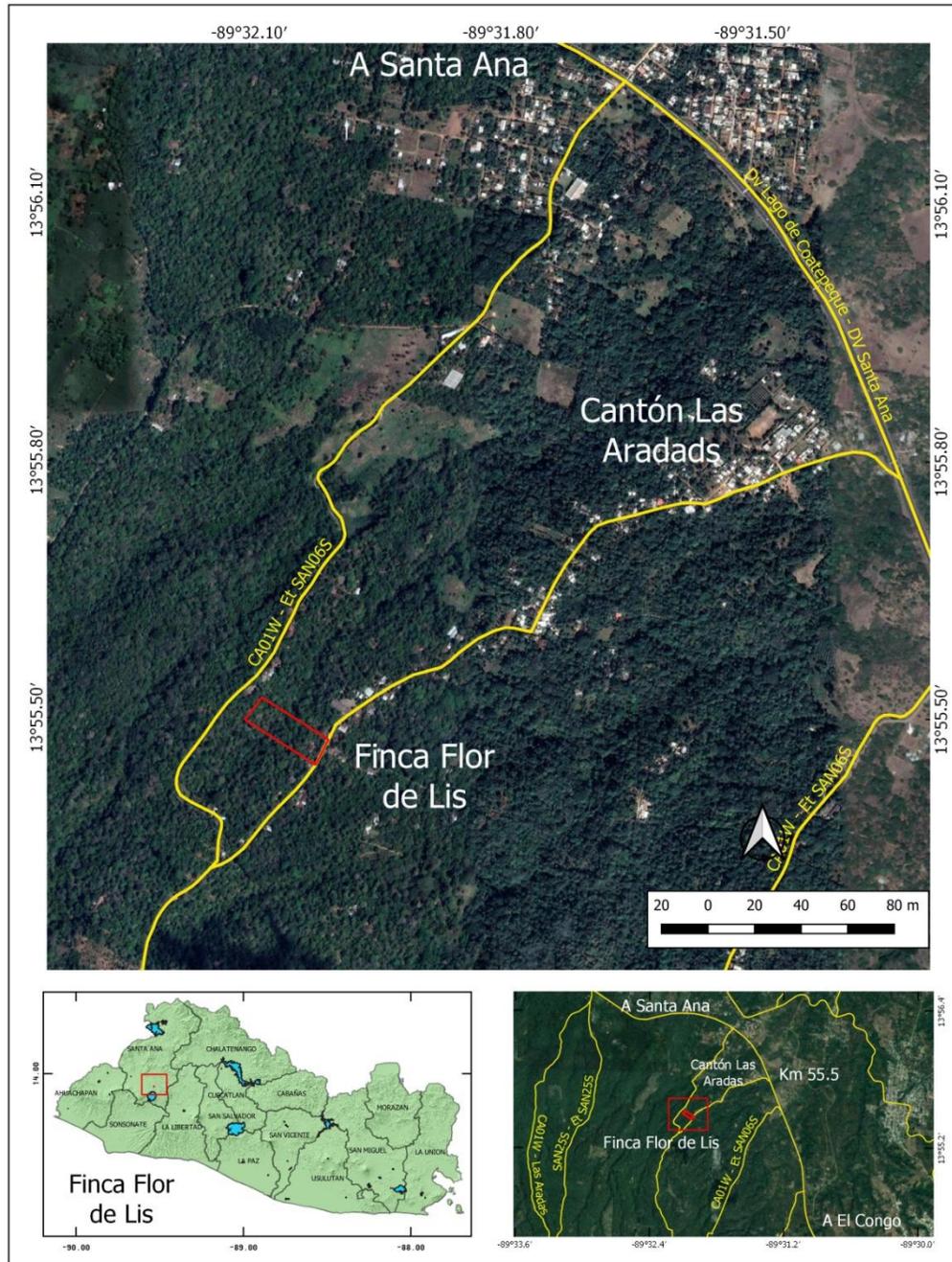


Figura 46. Localización de finca Flor de Lis

6.2. Materiales, instrumentos y equipo de la investigación.

Para el establecimiento del vivero dentro de la Universidad se utilizaron los siguientes materiales: 35 esquejes de pitahaya (*Hylocereus undatus*), bolsas de vivero, sustrato compuesto por tierra negra con compost, palines, pitas y ramas.

En la finca agroecológica Flor de Liz se utilizaron 40 tallos o cladodios (10 de cada variedad) de pitahaya, bolsas de vivero, palines, guantes, pitas y tutores muertos.

Para la toma de datos se utilizó cinta métrica. En cuanto al equipo fue necesario contar con una Laptop para la recolección de información para la elaboración del proyecto de investigación. Se utilizó también un teléfono celular para la toma de fotografías.

6.3. Tipo de investigación

La investigación según su alcance es de tipo exploratoria descriptiva debido a que investigará el manejo agroecológico de la pitahaya, un tema poco estudiado pero que sí cuenta con información, aunque limitada, que servirá como base para la elaboración del manual. Según la fuente de datos es de tipo documental, pues la información se busca en libros, artículos y revistas científicas, planes de manejo de instituciones, tesis o cualquier documento que sirva para recopilar la información y datos requeridos.

6.4. Metodología de oficina.

Elaboración del proyecto de investigación.

El proyecto se realizó utilizando en un inicio el Método Científico. Primero se identificó el problema, luego se identificaron las principales causas de la problemática. Posteriormente se realizó la estructuración del trabajo, iniciando con la definición del título de las investigación, luego los objetivos, prosiguiendo con la recolección de información, para poder llegar a la construcción de la guía del cultivo, la cual servirá como una herramienta útil para pequeños productores del país que deseen rescatar un cultivo nativo tan valioso como la pitahaya, basándose en prácticas agroecológicas que conserven el medio ambiente y los recursos naturales y además les permitan generar ingresos para poder mejorar su nivel de vida.

6.5. Metodología de campo.

6.5.1. Selección del lugar.

Una parte del establecimiento del vivero se llevó a cabo en el vivero de la Universidad de El Salvador, municipio de San Salvador, departamento de San Salvador y la segunda parte se realizó en la finca agroecológica Flor de Liz, propiedad de don Amílcar Alvarado, ubicada en el departamento de Santa Ana.

6.5.2. Delimitación del área de vivero.

El área seleccionada para el establecimiento de las plantas fue el vivero de la facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador, dicho lugar reúne las condiciones ideales para el crecimiento de las plantas, es de fácil acceso, cuenta con acceso a agua para el riego, proporciona sombra y es un terreno plano, ideal para el establecimiento y manejo de las plantas en su fase de vivero.

6.5.3. Colección de material experimental

Esta fase consistió en la recolección de los diferentes materiales vegetativos para la ejecución del proyecto, siendo los materiales más importantes los esquejes de pitahaya, los cuales fueron recolectados del CENTA. Se colectaron 4 variedades de pitahaya diferentes, las cuales fueron: orejona, lisa, rosa y cebrá.

6.5.4. Montaje del experimento.

El montaje del experimento inició con el llenado de bolsas con el sustrato, el cual consistía en tierra negra con compost, luego se trasplantaron 35 esquejes de pitahaya. Estas plantas se colocaron en el vivero de la Universidad (A-3).

La segunda fase se llevó a cabo en el CENTA con la colaboración del Ing. Armando Castellanos, quien es el encargado del cultivo de pitahayas de dicho lugar y quien compartió todos sus conocimientos sobre este. En el CENTA se colectaron los cladodios o esquejes de pitahaya de 4 variedades diferentes (lisa, orejona, cebrá, roja), se colectaron 10 de cada variedad obteniéndose un total de 40 esquejes, los cuales se dejaron enraizar durante un mes. Posteriormente, fueron llevados a la finca agroecológica Flor de Liz para su plantación directa con técnicas agroecológicas (Ver A-

4). Esto se realizó con la colaboración de su propietario y parte del personal del Departamento de Recursos Naturales y Medio Ambiente de la facultad. Para la plantación de estas variedades se utilizaron postes muertos. Se colocaron 3 esquejes por postura, de distinta variedad para mejorar la polinización de la planta. Al momento de la siembra, al hacer el ahoyado se removió un poco la tierra con la finalidad de soltarla un poco para mayor facilidad de penetración de las raíces. Luego se colocó bocashi, después se colocaron los esquejes enterrándolos 5 cm aproximadamente y por último se aplicó biofertilizante.

7. RESULTADOS

Identificar las tecnologías agroecológicas que se aplican en el cultivo de la pitahaya.

Cuadro 13. Recomendaciones de manejo agroecológico del cultivo de pitahaya

Tecnología	Descripción
Siembra	<ul style="list-style-type: none"> • La propagación sexual no se recomienda ya que existe mucha variabilidad en las plantas, el crecimiento de la planta puede tardar años y por ende, la producción de frutos es muy tardía, pueden tardar hasta 7 años para producir. • La colecta del material propagativo debe hacerse preferiblemente en época seca (entre diciembre y febrero), para que no se afecte el crecimiento de las plantas en la época de lluvias y para que los esquejes puedan llegar enraizados e hidratados a las nuevas plantaciones. • Es recomendable utilizar materia orgánica como sustrato para enraizar los esquejes de pitahaya. De esta manera, su crecimiento será mayor y más rápido. Puede utilizarse una mezcla de gallinaza, cascarilla de arroz y estiércol bovino (1:1:1), también suelo+ cascarilla de arroz (1:1), suelo + compost (1:1), gallinaza, cascarilla de arroz y pulpa de café (1:1:1). • El material vegetativo a sembrar debe reunir las características siguientes: Las plantas deben estar en pleno periodo productivo (4 años de edad); de buena producción, tolerantes a plagas y enfermedades, sanas, vigorosas y con tallos adultos de 80 cm de largo en promedio. • La siembra inicia a mediados de abril o comienzos de mayo cuando se usan las vainas directamente; y al inicio del invierno (mayo-junio) en caso de plantas enraizadas en bolsas. • La tierra puede picarse de 15-20 cm y agregar materia orgánica si se desea, la planta debe sembrarse a 5 cm de profundidad aproximadamente. • Si se realiza siembra directa, puede aplicarse bocashi en el hoyo de siembra, mezclarse un poco y una vez colocada la planta aplicar 1 L de biofertilizante por planta aproximadamente. • No regar inmediatamente después de la siembra, hacerlo después de 7 días para evitar pudriciones.

Fertilización

- Aún existe poca información sobre la fertilización de las cactáceas en general.
- Las plantas responden bien a aplicaciones de gallinaza descompuesta.
- Puede hacerse la fertilización en hileras con una capa de 10-15 cm de estiércol bovino, cada dos años. El estiércol bovino favorece el crecimiento de la planta.
- Se pueden hacer aplicaciones de materia orgánica cada dos meses.

Tutores

- El uso de tutores es de suma importancia, debido a que la pitahaya tiene un hábito trepador, los tutores deben reunir un conjunto de características adecuadas para poder servir de soporte y anclaje de la planta.
- Dentro de una plantación agroecológica, lo ideal es que se utilicen tutores vivos, ya que estos presentan menor costo y permiten diversificar la producción, principalmente si se seleccionan especies frutales nativas para que se puedan aprovechar también sus frutos.
- Los tutores que se escojan deben crecer con facilidad y en pocos años, tener tolerancia al ataque de plagas y enfermedades y no ser hospederos de plagas y enfermedades que ataquen a la pitahaya.
- Al seleccionar los tutores, estos deberán tener la suficiente resistencia para soportar el peso de las plantas adultas en plena producción.
- Entre las especies que se recomiendan como tutores vivos están: *Bursera simaruba*, *Piscidia piscipula*, *Spondias purpurea*, *Gliricidia sepium* y *Erythrina berteroana*.
- El largo de los tutores vivos puede oscilar entre 1.3 y 1.8 m. Las distancias entre hileras puede ser de 3 m entre hilera y 2 m entre planta.
- La distancia recomendada entre líneas de tutores debe ser de 2 a 3 metros para permitir un adecuado mantenimiento de las plantas y la cosecha de los frutos. En la siembra de pitahaya se suelen colocar de 2 a 4 plantas por tutor amarradas con tela o similar a postes individuales. Sin embargo, utilizar 4 plantas por tutor puede dificultar el manejo fitosanitario de las plantas, así como reducir el rendimiento por competencia de luz y nutrientes
- El uso de tutores facilita el desarrollo y crecimiento de las

plantas. Permiten obtener buenos rendimientos y una mejor calidad de frutos, de este modo se elevan los volúmenes de producción y los ingresos de los productores.

Podas

- La poda de formación se hace para eliminar los tallos que se entrecruzan entre las calles o surcos. También para evitar que las vainas choquen unas con otras.
- La poda sanitaria consiste en eliminar los tallos secos y dañados por plagas y enfermedades. El corte debe hacerse en los entrenudos y el material que se corte debe sacarse de la plantación.
- La poda de tutores vivos se realiza con el fin de evitar sombra excesiva para la planta, durante la época lluviosa se puede realizar cada mes.
- Se pueden hacer entre 2-4 podas de tutores vivos al año.
- Con la poda de raleo se eliminan aquellos tallos no productivos, generalmente aquellos ubicados en las partes inferiores o internas de la planta. El raleo busca mejorar la circulación de aire, la entrada de luz solar, reducir el peso de la planta y prevenir la acumulación de humedad que podría ocasionar la aparición de enfermedades (bacterianas, fúngicas).
- Las herramientas que se utilicen para las podas deben estar bien afiladas y desinfectadas para evitar la propagación de enfermedades.

Polinización

- La pitahaya tiene un débil mecanismo de autoincompatibilidad, es decir, puede llegar a aceptar su propio polen. Sin embargo, se puede lograr una buena polinización mediante polinización cruzada natural y manualmente entre clones compatibles. Por lo tanto, para evitar un bajo porcentaje de amarre de fruto se recomienda tener establecidos diferentes variedades en una misma plantación.
- La polinización cruzada debe llevarse a cabo desde antes de la apertura de la flor. La polinización manual debe realizarse durante la noche. El proceso es sencillo, consiste en cubrir el estigma de una flor con el polen de otra flor diferente o incluso de otra especie. Se recoge el polen de cada flor con ayuda de un cepillo/brocha, se coloca en un recipiente con el fin de mezclarlos para posteriormente colocarlo de nuevo en cada flor.
- Existen variedades de pitaya tanto autocompatibles como

	<p>autoincompatibles. No obstante, se ha demostrado que la polinización cruzada de forma manual da lugar a una producción mayor y de mejor calidad.</p> <ul style="list-style-type: none"> • El polen puede almacenarse durante 3- 9 meses a una temperatura aproximada de -18°C.
Riego	<ul style="list-style-type: none"> • Los riegos pueden mantenerse ligeros, en época seca pueden hacerse semanalmente los dos primeros meses. • De cualquier modo, la pitahaya puede sobrevivir con muy baja precipitación y en sequía por varios meses, por tanto, no es un aspecto que deba generar preocupación.
Control de plagas y enfermedades	<ul style="list-style-type: none"> • Para un manejo adecuado de enfermedades, es necesario realizar un monitoreo constante del estado de la finca, conocer bien cada uno de los estados fenológicos de la planta y el historial del sitio de cultivo, para poder aplicar los métodos de control y tener mayor efectividad en el manejo de las enfermedades. • La selección del material de siembra es la práctica más importante en el manejo de enfermedades y producción del cultivo. Se debe verificar siempre que el material proceda de cultivos sanos, productivos y longevos. • Realizar podas sanitarias: La eliminación de las partes enfermas de las plantas y el posterior retiro del cultivo, reduce significativamente la presión de los agentes causantes de enfermedades sobre las plantas. • Es importante mantener las distancias de siembra para evitar alta humedad en el cultivo y el favorecimiento del desarrollo de fitopatógenos. • Se recomienda quitar a mano los residuos secos que quedan luego de la apertura de la flor, para evitar que sean hospederos de hongos y/o insectos potencialmente dañinos que pueden provocar lesiones en los frutos. Esto se realiza entre 6 a 12 días después de la apertura de la flor, cuando ya se ha iniciado el llenado del fruto. • Se deben retirar constantemente del área los residuos vegetales generados en el manejo del cultivo. • Desinfección de herramientas de corte y cosecha. Esta se puede realizar con productos como (solución concentrada de yodo) en dosis de 1.5 a 3 ml/L. • Control de arvenses: El principio básico en el manejo de arvenses es crear condiciones del ambiente y del suelo que

sean favorables al cultivo. La reducción de arvenses evita la formación de microclimas favorables dentro del cultivo, para el desarrollo de patógenos (aumento de la humedad relativa, hospederos alternos, etc.).

- Otra forma de combatir los arvenses es mediante la siembra de cultivos intercalados. Estos pueden ser papaya, piña, tomate, frijol, chile. El tomate y frijol deben sembrarse a 0.5 m de distancia de la hilera de plantas de pitahaya. Para papaya, establecer una sola hilera en el centro de la calle. Para piña, sembrar de 2-3 surcos en el centro de la calle de la pitahaya.
- Se recomienda el uso de coberturas vivas, distintas especies de frijol de cobertura como: *Canavalia ensiformis*, *Mucuna pruriens*, *Cajanus cajan*, *Lablab purpureus*, *Vigna radiata* y *Vigna unguiculata*. Las especies de cobertura deben sembrarse de 0.5-1 m de la hilera del cultivo de pitahaya.

Cosecha

- Para cosechar se utilizan tijeras podadoras, las cuales deben estar limpias, afiladas y deben desinfectarse periódicamente.
- Para cosechar el fruto, se hace un corte diagonal para cortar el pedúnculo, pero sin llegar a dañar los haces vasculares o parte central del cladodio, luego se hace otro corte en el otro lado de la fruta para desprenderla totalmente.
- Los recipientes donde se colocarán los frutos deben estar lavados y desinfectados. Pueden lavarse con ayuda de un cepillo, agua y jabón. Para la desinfección se puede utilizar hipoclorito de sodio a concentración de 5%.
- La fruta debe estar entera, sin heridas, con la forma característica de la variedad. Debe tener un aspecto fresco y consistencia firme, sana, libre de ataques de insectos o enfermedades. No debe tener olores, sabores o materias extrañas visibles y debe estar libre de golpes o magulladuras.

Características más importantes de las variedades de pitahaya (Orejona, Lisa, Cebra y Rosa).

Cuadro 14. Características de variedades de pitahaya: Orejona, Lisa, Cebra y Rosa.

Variedad
Orejona
De tallos delgados y alargados, de color verde oscuro, de aproximadamente 40 cm a 50 cm de longitud. A veces los entrenudos presentan cuatro aristas o costillas. Posee espinas poco pronunciadas (1 cm, promedio) de color negro-claro en número de 5-6.

Figura 47. Tallos de pitahaya Orejona
El fruto tiene forma ovalada (forma de huevo) completamente maduro pesa de 350 a 400 gramos, de cáscara color rojo púrpura y presenta un promedio de 37 brácteas, las cuales son alargadas, duras y bastante resistentes al quiebre (quebradura).



Figura 48. Frutos de pitahaya orejona

Es un clon que produce excelentes frutos, bueno para el mercado interno y externo. Es de las variedades que produce mayor cantidad de frutos y de mayor tamaño. Su floración se da en la segunda semana de mayo hasta finales de agosto y su período de fructificación de junio a octubre (Ver A-2).



Figura 49. Fruto maduro

Lisa

Es una planta de tallo largo y muy delgado, de color verde pálido.



Figura 50. Tallo de pitahaya lisa

El fruto es ovalado, con un peso que oscila entre 400 a 450 gramos. Su cáscara es de color rojo oscuro con pocas brácteas y gruesas, siendo ésta una buena característica ya que resiste el transporte.



Figura 51. Fruto de pitahaya Lisa.

Este clon es poco resistente a las enfermedades, especialmente a la bacteria *Erwinia carotovora* que ocasiona grandes daños si no se toman las medidas fitosanitarias de control preventivo.



Figura 52. Fruto maduro de pitahaya lisa.

Cebra

Los tallos son gruesos y cortos, presentando líneas blancas de aspecto ceniciento, característica de la cual se deriva su nombre.



Figura 53. Tallos de variedad Cebra

El fruto es de forma ovalada y de coloración intensa al momento de madurar, cáscara gruesa, alcanzando un peso promedio de 300-360 gramos.



Figura 54. Fruto de pitahaya variedad cebra.

Es de producción precoz, iniciando su maduración en mayo y finalizando la producción en noviembre (Ver A-2)



Figura 55. Fruto en maduración (izq.) y fruto ya maduro (der.)

En los últimos años se ha observado que es uno de los clones menos afectados por plagas.

Rosa

Tallos de colores verde claro, succulentos y alargados. Son vainas cortas, de 60-45 cm.



Figura 56. Tallos de pitahaya Rosa

Los frutos son redondos, con pesos promedio de 450 a 500 gramos. Su cáscara es rojo-rosada con brácteas separadas, delgadas y a veces se raja cuando el fruto está maduro.



Figura 57. Frutos maduros de pitahaya Rosa



Figura 58. Fruto de pitahaya rosa en maduración

Cuadro 15. Características de cuatro clones comerciales de pitahaya

Clon	Espacio interareola	Forma del fruto	Peso del fruto
Lisa	Cóncavo	Redondo	400-500
Orejona	Convexo	Alargado	350-400
Rosa	Cóncavo	Achatado	400-450
Cebra	Cóncavo	Redondo	300-350

Características morfológicas iniciales del cultivo de pitahaya (variedades Orejona, Lisa, Cebra y Rosa).

A continuación se muestran los datos tomados de las 4 variedades de pitahaya utilizadas. Se tomaron datos de los 10 esquejes de cada variedad, considerando la longitud de cada uno y la distancia entre las espinas.

Cuadro 16. Características morfológicas iniciales del cultivo de pitahaya variedad Orejona.

Longitud de tallos (cm)	Distancia entre espinas (cm)
45	3
41	3
40	3.4
53	3
31	3.2
38	3
43	3.5
50	4
56	3
55	3
Promedio: 45.2	Promedio: 3.21

Cuadro 17. Características morfológicas iniciales del cultivo de pitahaya variedad Lisa.

Lisa	
Longitud de tallos (cm)	Distancia entre espinas (cm).
54	4
45	3
36	3.5
72	2
33	2.5
50.5	3
41	2
50	2.5
58	3
54	3
Promedio: 49.35	Promedio: 2.85

Cuadro 18. Características morfológicas iniciales del cultivo de pitahaya variedad Cebra.

Cebra	
Longitud de tallos (cm)	Distancia entre espinas (cm)
50	4
48	3
59	3
51	2.5
60	3
54	2
53	3
39	3.4
51	3
63	3
Promedio: 52.8	Promedio: 2.99

Cuadro 19. Características morfológicas iniciales del cultivo de pitahaya variedad Rosa

Rosa	
Longitud de tallos (cm)	Distancia entre espinas (cm)
45	4
54	4
75	3
54	3
40	4.5
54	4.5
62	4
72	3
71	5
62	4
Promedio: 58.9	Promedio: 3.9

9. CONCLUSIONES

- Para el establecimiento de un cultivo de pitahayas siempre es preferible utilizar material propagativo de tipo asexual, específicamente esquejes. Estos deben de provenir de plantas tolerantes a plagas y enfermedades, sanas, vigorosas y de buena producción. La propagación sexual no es recomendable ya que las plantas pueden tardar hasta 7 años en producir.
- Al ser una planta de hábito trepador, la pitahaya requiere de tutores para su crecimiento. Estos tutores deben de ser capaces de sostener el peso de la planta en producción y tener resistencia a plagas y enfermedades. Desde el punto de vista agroecológico lo mejor es utilizar tutores vivos ya que estos requieren de menor costo de mantenimiento e incluso pueden diversificar la producción. Dentro de las especies más utilizadas se encuentran *Erythrina sp* y *Gliricidia sepium*.
- La pitahaya es una planta nativa de Mesoamérica, sin embargo, es poco conocida y consumida por la población de la región. Por ello, es importante promover el cultivo de esta planta entre los productores del país, dándoles a conocer la facilidad con la que el cultivo crece y genera buenas producciones, sin tener grandes requerimientos de manejo.
- La agroecología busca sistemas agrícolas sostenibles que optimizan y estabilizan la producción, promueve la justicia social y refuerza la viabilidad económica de las zonas rurales. Los agricultores familiares son elementos claves para la producción de alimentos de manera agroecológica. Los cultivos con visión agroecológica son clave para disminuir el impacto negativo que la agricultura convencional tiene sobre el medio ambiente y sobre la salud de los agricultores.

10. BIBLIOGRAFÍAS

Almentero, A. 2008. Estrategias para el manejo agroecológico de los suelos para un uso agrícola sostenible en el municipio de San Juan de Betulia – Departamento de Sucre (en línea). Sincelejo, CO. Consultado 14 jun. 2021. Disponible en <https://repositorio.unisucre.edu.co/bitstream/001/215/2/631.4786113A448.pdf>

Altieri, M. 1992. El “estado del arte” de la agroecología y su contribución al desarrollo rural en América Latina (en línea). Madrid, ES. Consultado 14 jun. 2021. Disponible en https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/fondo/pdf/569_8.pdf

Altieri, M; Nicholls, C. 2012. Agroecología: única esperanza para la soberanía alimentaria y la resiliencia socioecológica (en línea). California, EUA. Disponible en <https://revistas.um.es/agroecologia/article/view/182861/152301>

Alvarado, A; Medina, E; Ochoa, L. 2015. Sistema productivo del cultivo de pitahaya amarilla en Boyacá, Colombia (en línea). Consultado 29 ago. 2021. Disponible en <https://espacioimasd.unach.mx/index.php/Inicio/article/view/76/234>

Cabrera, R; Morán, J; Terán, J; Molina, H; Meza, G; Tamayo, C. 2018. Evaluación de dos abonos orgánicos líquidos en la producción del cultivo de pitahaya (*Hylocereus undatus*) en el litoral ecuatoriano (en línea). Los Ríos, EC. Consultado 11 jun. 2021. Disponible en <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6723164>

Cardoza, C. 2013. Manejo de pitaya amarilla (*Selenicereus megalanthus*) en Colombia (en línea). Consultado 27 ago. 2021. Palmira, CO. Disponible en [https://www.researchgate.net/publication/265843377 Manual tecnico Tecnologia para el](https://www.researchgate.net/publication/265843377_Manual_tecnico_Tecnologia_para_el)

_manejo_de_pitaya_amarilla_Selenicereus_megalanthus_K_Schum_ex_Vaupel_Moran_en_Colombia

Castillo, R; Ebel, R; Calix, H; Ferral, J; Nava, R. 2016. Guía para la producción sostenible del cultivo de pitahaya en la península de Yucatán, México (en línea). Consultado 11 jun.

2021. Disponible en https://www.researchgate.net/profile/Roland-Ebel/publication/311426001_Handbook_for_the_Sustainable_Production_of_Pitahaya_in_the_Yucatan_Peninsula_Mexico/links/584595d208aeda69681a5a11/Handbook-for-the-Sustainable-Production-of-Pitahaya-in-the-Yucatan-Peninsula-Mexico.pdf

De la Cruz, E; Morán, J; Cabrera, R; Alcívar, J; Meza, F. 2019. Respuesta de la pitahaya roja (*Hylocereus undatus*) a la aplicación de dos abonos orgánicos sólidos en la zona de San Carlos, Los Ríos, Ecuador (en línea). Los Ríos, EC. Consultado 11 jun. 2021. Disponible en https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-34292019000300099

Díaz, R. 2015. Asistencia técnica para la mejora o adecuación del paquete tecnológico existente para su aplicación en las parcelas demostrativas de Pitahaya (en línea). Santo Domingo, DO. Consultado 9 jun. 2021. Disponible en <http://www.competitividad.org.do/wp-content/uploads/2016/05/Manual-Cultivo-de-la-Pitahaya.pdf>

Ebel, R; Méndez, M; Brito, E; Cálix, H. 2010. Arreglo óptimo del policultivo chile habanero y pitahaya con manejo agroecológico (en línea). Quintana Roo, MX. Consultado 11 jun. 2021. Disponible en https://www.researchgate.net/profile/Roland_Ebel/publication/297032370_Arreglo_optimo_del_policultivo_chile_habanero_y_pitahaya_con_manejo_agroecologico/links/56dcb51e08aebabdb4142850/Arreglo-optimo-del-policultivo-chile-habanero-y-pitahaya-con-manejo-agroecologico.pdf

Elías, A; López, S; Peralta, I. 2003. Diseño de una propuesta para la reactivación y desarrollo del subsector agrícola de frutas y verduras étnicas con miras a la exportación, conservando sus características naturales (en línea). San Salvador, SV. Consultado 2 jul. 2021. Disponible en http://ri.ues.edu.sv/id/eprint/1906/4/Dise%C3%B1o_de_una_propuesta_para_la_reactivaci%C3%B3n_y_desarrollo_dle_subsector_agr%C3%ADcola_de_frutas_y.pdf

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). 2005. Método de tutores en el cultivo de la pitahaya (en línea). Managua, NI. Consultado 31 may. 2021. Disponible en <http://www.fao.org/3/CA3254ES/ca3254es.pdf>

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). 2021. Centro de conocimientos sobre agroecología (en línea). Consultado 14 jun. 2021. Disponible en <http://www.fao.org/agroecology/overview/es/>

Ferral, J. 2012. Insectos polinizadores en el cultivo de la Pitahaya (en línea). Consultado 21 set. 2021. Disponible en https://www.researchgate.net/publication/259601693_Insectos_Polinizadores_en_el_cultivo_de_la_Pitahaya_Hylocereus_undatus

Gaona, A; Medina, E; Ochoa, L. 2015. Sistema productivo del cultivo de pitaya amarilla (*Selenicereus megalanthus*) en Boyacá- Colombia (en línea). Consultado 21 jun. 2021. Disponible en <https://espacioimasd.unach.mx/index.php/Inicio/article/view/76/234>

Gunasena, H; Pushpakumara, D; Kariyawasam, M. 2006. Dragon fruit (*Hylocereus undatus*): a fruit for the future (en línea). Peradeniya, LS. Consultado 18 jun. 2021. Disponible en <http://apps.worldagroforestry.org/downloads/Publications/PDFS/B14784.pdf>

Hernández, J. 2008. El cultivo de la pitahaya (en línea). Saltillo, MX. Consultado 28 set. 2021. Disponible en <http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/4970/T16585%20HERNANDEZ%20AGUILAR.%20JOSE%20GENARO%20%20MONOG..pdf?sequence=1>

Hernández, M; García, J; Zavala, S; Romero, L; Rojas, E; Rodríguez, A; Gutiérrez, J; Bautista, N; Reyes, R. 2018. Pitahaya (*Hylocereus undatus*) Plan de manejo agroecológico para su cultivo en la región de Halachó-Maxcanú, Yucatán (en línea). Chapingo, MX. Consultado 8 jun. 2021. Disponible en https://www.researchgate.net/publication/324794511_PITAHAYA_PLAN_DE_MANEJO_AGROECOLOGICO_PARA_SU_CULTIVO_EN_LA_REGION_DE_HALACHO-MAXCANU_YUCATAN

INIAP (Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias). 2020. Manual de cultivo de la pitahaya en la amazonía ecuatoriana (en línea). Consultado 9 jun. 2021. Disponible en https://www.researchgate.net/profile/William-Viera/publication/343224125_Manual_del_Cultivo_de_Pitahaya_para_la_Amazonia_Ecuatoriana/links/5f1dc5bfa6fdcc9626b66d01/Manual-del-Cultivo-de-Pitahaya-para-la-Amazonia-Ecuatoriana.pdf

INTA (Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria). 2014. Guía tecnológica 6: cultivo de pitahaya (en línea). Managua, NI. Consultado 21 jun. 2021. Disponible en https://www.academia.edu/28213746/Gu%C3%ADa_Tecnol%C3%B3gica_6_Cultivo_de_la_Pitahaya

Kondo, T; Martínez, M; Medina, J; Rebolledo, A; Cardozo, C. 2013. Insectos plagas de importancia económica en el cultivo de pitaya amarilla (en línea). Bogotá, CO. Consultado 8 ago. 2021. Disponible en https://www.researchgate.net/publication/247152985_7_Insectos_plagas_de_importancia_economica_en_el_cultivo_de_pitaya_amarilla

Martínez, R. 2002. Agroecología: Atributos de sustentabilidad (en línea). San José, CR. Consultado 14 jun. 2021. Disponible en <https://www.redalyc.org/pdf/666/66630504.pdf>

Mejía, L; Montes, C. 2006. Efecto de tres especies de leguminosas sobre la dinámica poblacional, abundancia, diversidad de malezas y su aporte de NPK a partir de la materia orgánica al suelo en el cultivo de la pitahaya (en línea). Managua, NI. Consultado 11 jun. 2021. Disponible en <https://repositorio.una.edu.ni/1976/1/tnf40m516e.pdf>

Montesinos, J; Rodríguez, L; Ortíz, R; Fonseca, M; Ruíz, G; Guevara, F. 2015. Pitahaya (*Hylocereus spp.*) un recurso fitogenético con historia y futuro para el trópico seco mexicano (en línea). La Habana, CU. Consultado 10 jul. 2021. Disponible en http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S02589362015000500007&lng=es&nrm=iso&tlng=es

Mora, D. 2011. El cultivo de Pitahaya en temporada invernal (en línea). Bogotá, CO. Consultado 18 jun. 2021. Disponible en <https://www.ica.gov.co/getattachment/bff8ee09-c032-404b-8fcb-8c5f7d72d532/El-cultivo-de-Pitahaya-en-temporada-invernal.aspx>

Morales, Y. 2017. Desarrollo vegetativo de pitahaya (*Hylocereus spp.*) en respuesta a la aplicación de vermicompost y fertirriego (en línea). Michoacán, MX. Consultado 8 ago. 2021. Disponible en <https://tesis.ipn.mx/bitstream/handle/123456789/25213/TESIS%20-%20Yiruba%20Morales%20Ayala.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

MUHNES (Museo de Historia Natural de El Salvador). 2019. La pitahaya (en línea). Consultado 31 may. 2021. San Salvador, SV. Disponible en <http://www.cultura.gob.sv/el-muhnes-le-invita-a-conocer-la-pitahaya/>

OIRSA (Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria). 2000. Manual técnico: Buenas prácticas de cultivo en pitahaya (en línea). Managua, NI. Consultado 5 ago. 2021. Disponible en <http://www.cultivopapaya.org/wp-content/uploads/manualpithaya.pdf>

PROCOMER. 2018. Manual técnico: siembra de pitahaya (en línea). San José, CR. Consultado 12 jul. 2021. Disponible en

Ramos, G. 2018. Polinización natural y artificial en el cultivo de pitahaya (en línea). Almería, ES. Consultado 8 ago. 2021. Disponible en http://repositorio.ual.es/bitstream/handle/10835/8162/TFM_RAMOS%20ESTAY%2C%20JORGE%20GABRIEL.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Rivas, A; Menjivar, R; Escobar, C; Medina, R. 2017. Manejo Integrado de Plagas. San Salvador, SV. 424 p.

Sabino, J. 2010. Relación de las prácticas de manejo con la floración de la pitahaya (*Hylocereus undatus*) (en línea). Consultado 16 jun. 2021. Disponible en http://literatura.ciidiroaxaca.ipn.mx/jspui/bitstream/LITER_CIIDIROAX/115/1/SABINO%20L%c3%93PEZ%20J%20E%2c%202010.pdf

Sánchez, J. 2017. Efecto de la fertilización y aplicación de fitohormonas de inducción floral en el rendimiento del cultivo de pitahaya (*Selenicereus megalanthus*), en el distrito

Churuja, Amazonas (en línea). Chachapoyas, PE. Consultado 8 ago. 2021. Disponible en <http://repositorio.untrm.edu.pe/bitstream/handle/UNTRM/1377/JOS%C3%89%20HILDER%20SANCHEZ%20HERRERA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Valencia, M. 2019. Manejo agronómico de Pitahaya (*Hylocereus peruvianus Backeb*) en Chocope, La Libertad (en línea). Trujillo, PE. Consultado 29 ago. 2021. Disponible en <https://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/14863/Valencia%20Gamboa%2c%20Manuel%20Francisco.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Vargas, M; Centurión, A; Sauri, E; Tamayo, J. 2005. Industrialización de la pitahaya (*Hylocereus undatus*): una nueva forma de comercialización (en línea). Torreón, Mx. Consultado 27 ago. 2021. Disponible en <https://www.redalyc.org/pdf/141/14101609.pdf>

ANEXOS

Anexo 1. Cronograma de labores agrícolas en el cultivo de pitahaya.

Labores Agrícolas	No.	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Primer año (etapa de establecimiento)													
Roza, barrida y quema	1				X								
Construir terrazas	1				X								
Trazar surcos y estaquillar	1				X								
Hoyado del terreno	1				X								
Siembra de tutores o postes	2				X	X							
Siembra directa (tallos o vainas)	1				X								
Trasplante de tallos enraizados	1					X	X	X					
Resiembra	1					X							
Fertilización al suelo	1						X						
Poda de tutores vivos	3						X		X		X		
Poda de formación (plantas)	5							X	X	X	X		X
Deshierbas manuales:													
- Carileo	5							X	X	X	X	X	
- Chapia tendida	5							X	X	X	X	X	
Aplicación de herbicidas	3						X		X		X		
Segundo año en adelante (etapas de mantenimiento y producción)													
Fertilización foliar	3	X	X	X									
Fertilización al suelo	3						X		X		X		
Poda de formación (tallos)	3		X		X								X
Poda sanitaria (tallos)	5		X			X		X		X			X
Poda espacial (entresacar tallos)	2			X									X
Poda de tutores vivos	7					X	X	X	X	X	X	X	X
Deshierbas manuales:													
- Caseo	3					X		X		X			
- Chapia tendida	3					X		X		X			
Aplicación de herbicidas	3					X		X		X			
Retutoreo (reposteo)	1				X	X							
Aplicaciones fitosanitarias	7					X	X	X	X	X	X	X	X
Recolección (Cosecha)	1					X	X	X	X	X	X		
Acarreo de frutos	1					X	X	X	X	X	X		

Fuente: López y Guido, 1990.

Anexo 2. Comportamiento de los ciclos de floración y producción de clones de pitahaya

No.	Ciclo	Variedades o Clones			
		Cebra	Lisa	Orejona	Rosa
1.	Inicio de floración	A mediados de Abril	3ra. semana de Abril	3ra. semana de Abril	1ra. semana de Mayo
	Inicio de maduración de frutos	Finales de Mayo	Mediados de Junio	Mediados de Junio	3ra. semana de Junio
	Cosecha	1ra. quincena de Junio			
2.	Inicio de floración	Junio	Junio	Junio	Junio
	Inicio de maduración de frutos	Julio	Julio	Julio	Julio
	Cosecha	Agosto	Agosto	Agosto	Agosto
3.	Inicio de floración	Julio	Julio	Julio	Julio
	Inicio de maduración de frutos	Agosto	Agosto	Agosto	Agosto
	Cosecha	Septiembre	Septiembre	Septiembre	Septiembre
4.	Inicio de floración	Agosto	Agosto	Agosto	Agosto
	Inicio de maduración de frutos	Septiembre	Septiembre	Septiembre	Septiembre
	Cosecha	Octubre	Octubre	Octubre	Octubre
5.	Inicio de floración	Septiembre	Septiembre	Septiembre	Septiembre
	Inicio de maduración de frutos	Octubre	Octubre	Octubre	Octubre
	Cosecha	Noviembre	Noviembre	Noviembre	Noviembre
6.	Inicio de floración	Octubre	Octubre	Octubre	Octubre
	Inicio de maduración de frutos	Noviembre	Noviembre	Noviembre	Noviembre
	Cosecha	Diciembre	Diciembre	Diciembre	Diciembre

Fuente: Centro Experimental Campos Azules (CECA), 1992. INTA, Masatepe, Masaya, Nicaragua

Anexo 3. Fase de vivero de pitahayas en la Facultad de Ciencias Agronómicas.



Esquejes utilizados para la fase de vivero



Esquejes sembrados en bolsas de vivero

Anexo 4. Siembra directa de cuatro variedades de pitahaya (Orejona, Lisa, Rosa y Cebra) en la finca Flor de Lis, departamento de Santa Ana.



Ahoyado para siembra de tutores muertos



Siembra de tutores muertos (Pito)



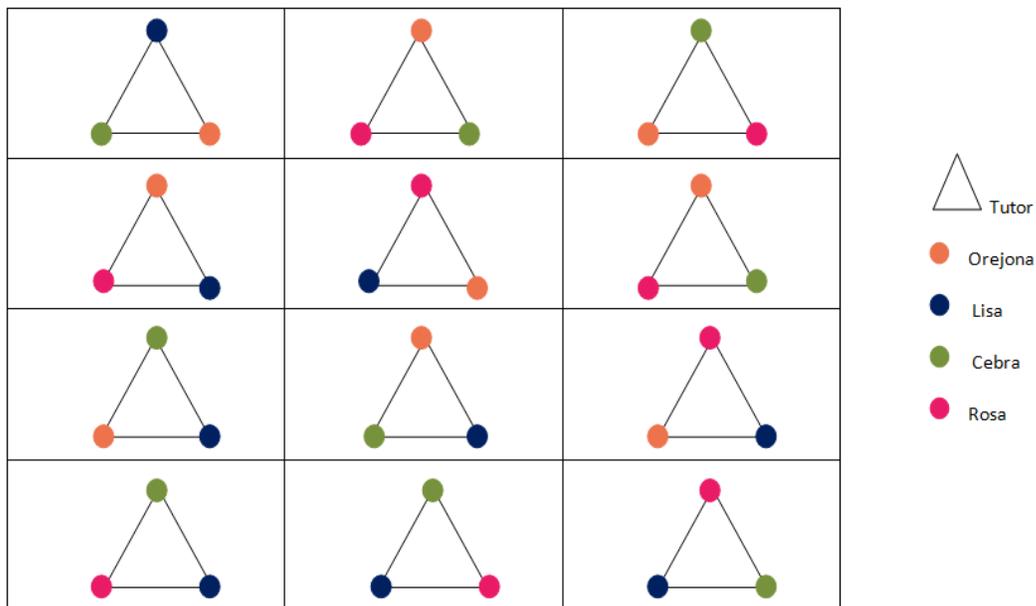
Siembra directa de esquejes



Aplicación de biofertilizante



Cultivo finalizado.



Distribución espacial de las variedades en la parcela