

MANUAL TÉCNICO

SIEMBRA DE PITAHAYA





GENERALIDADES	4
CONDICIONES AGROCLIMÁTICAS	5
TEMPERATURA	5
PRECIPITACIÓN	7
ALTITUD	7
PROPAGACIÓN POR ESQUEJES	8
CONDICIONES DEL VIVERO	10
SELECCIÓN DE LAS PLANTAS MADRE.....	12
SELECCIÓN DE LOS ESQUEJES	13
EXTRACCIÓN DE LOS ESQUEJES	14
CURADO DEL CORTE	15
USO DE REGULADORES DE CRECIMIENTO .	16
REQUERIMIENTOS DE SUELO	19
FERTILIZACIÓN.....	19
APLICACIÓN DE MATERIA ORGÁNICA.....	28

ESTABLECIMIENTO DE PLANTAS EN CAMPO ..	29
POSTES INDIVIDUALES.....	30
ESPALDERA.....	34
ESQUEMA DE SIEMBRA	36
MANTENIMIENTO DE LA PLANTACIÓN	39
PODA DE FORMACIÓN.....	39
PODA DE RALEO	39
PODA FITOSANITARIA	39
PLAGAS Y ENFERMEDADES	40
PLAGAS	40
ENFERMEDADES	43
MEDIDAS DE PREVENCIÓN	48
RASTREABILIDAD Y USO DE REGISTROS	49
REFERENCIAS	51

ÍNDICE

GENERALIDADES

La pitahaya es una especie de cactus originaria de las regiones de Norte, Sur y Centroamérica. Esta planta está clasificada dentro de la familia Cactaceae, subfamilia Cactoideae, tribu Hylocereeae. Dentro de la tribu Hylocereeae se encuentran dos géneros: *Hylocereus* y *Selenicereus*. Las plantas del género *Hylocereus* se caracterizan por sus tallos elongados con tres aristas (Nerd y Mizrahi 1997). Son plantas que utilizan árboles o rocas como soporte por lo que se consideran epífitas o hemiepífitas¹. Se han descrito al menos 18 especies de *Hylocereus* spp. No obstante, en la naturaleza también hay gran variedad de plantas híbridas que surgen como resultado de polinizaciones cruzadas (alógamas) (Anderson 2001).

En nuestro país existen diferentes especies de *Hylocereus*. La especie *Hylocereus costaricensis* se caracteriza por sus cladodios² robustos y vigorosos de hasta 10 cm de ancho. Tiene un fruto tipo baya con forma ovoide y de un diámetro de entre 10-15 cm y un peso que va desde los 200 a los 600 g. Su pulpa tiene un color rojizo-morado característico y con numerosas semillas negras. Este fruto es particularmente apetecido por su textura y su buen sabor (Le Bellec y Vaillant 2011). Sus flores son verdes con el borde purpúreo, tienen una longitud aproximada de 30 cm y están cubiertas con numerosas escamas. Tienen tépalos³ externos blancos con un ápice de color rojizo (Rivas Rossi 1998).

1 Plantas que crecen sobre otra planta u objeto pero que mantienen una parte anclada (por ejemplo, la raíz) al suelo.

2 Tallos de forma laminar que sustituyen a las hojas verdaderas.

3 Término que se utiliza cuando es difícil diferenciar los pétalos y los sépalos de una flor.

Dentro de las variedades del género *Hylocereus* que son comúnmente cultivadas en nuestro país están las conocidas como “San Ignacio”, “Lisa”, “Orejona”, “Rosa”, “Nacional” (Esquivel et al. 2007a) y “Cebra” (Viñas et al. 2012). Todas estas presentan frutos con cáscara y pulpa de color rojo con variaciones en la forma y tamaño de sus frutos (Vaillant et al. 2005, Esquivel et al. 2007b).

CONDICIONES

AGROCLIMÁTICAS

TEMPERATURA

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 (Nerd et al. 2002, Mizrahi y Nerd 1999).

Caja informativa 1. El manejo de la sombra en la producción de pitahaya.

¿CÓMO AFECTA LA SOMBRA EL DESARROLLO DE LAS PLANTAS DE PITAHAYA?

Las plantas hemiepífitas como las *Hylocereus* spp. usualmente crecen mejor en condiciones de sombra parcial, la cual puede ser dada por la sombra de árboles en la misma plantación (Le Bellec y Vaillant 2011). Se ha descrito un efecto inhibitorio de altos niveles de radiación solar sobre el intercambio de gases, el crecimiento y la floración, lo que resulta en frutos más pequeños y de menor calidad (Nerd et al. 2002, Raveh et al. 1998). Estas condiciones podrían llevar al blanqueamiento de los tallos por la degradación de la clorofila⁴ (Chang et al. 2016).

4 Pigmento verde que permite la fotosíntesis en las plantas.

5 Proceso en el cual las plantas que se encuentran en oscuridad presentan elongación y reducción del grosor de los tallos, y poca o nula producción de clorofila.

¿ES NECESARIO EL USO DE SOMBRA EN UNA PLANTACIÓN COMERCIAL DE PITAHAYA?

Experiencias en otros países reportan que el uso de mallas de sombra que proveen entre un 30 a un 50% de sombra pueden reducir la temperatura del cultivo y la incidencia de radiación solar, lo que disminuye considerablemente las quemaduras de sol en las plantas (Chang et al. 2016, Raveh et al. 1998). Sin embargo, el exceso de sombra puede afectar su crecimiento con la etiolación⁵ de la planta resultando en tallos delgados y alargados. Además de afectar severamente la floración lo que implica una baja productividad (Merten 2003). El uso de sombra podría variar de la zona donde se

cultive. En Costa Rica, durante la época lluviosa en distintas regiones, existe un mayor nivel de nubosidad, lo que disminuye la incidencia de la radiación. En las plantaciones comerciales de Costa Rica, por lo general, no se suelen utilizar mallas de sombra o bien, se aprovecha la sombra brindada por postes vivos cuando se estos se utilizan como tutores. A nivel nacional no existen datos que demuestren si el uso de sombra beneficia la producción. Se considera pertinente realizar las pruebas necesarias para justificar el uso de estas.

PRECIPITACIÓN

Las plantas de pitahaya poseen una plasticidad que posibilita su crecimiento en diversas condiciones agroecológicas. Su naturaleza fisiológica le permite hacer un uso eficiente del agua. A nivel mundial se menciona que 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 (Lim 2012, García-Rubio et al. 2015). 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 anuales⁶; 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 (Ortiz-Hernández y Carillo-Salazar 2012).

ALTITUD

Las plantas de pitahaya se encuentran en su mayoría cultivadas en altitudes entre los 0 y los 2000 m.s.n.m (Díaz 2005). 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. (García Barquero y Quirós-Madrigal 2011).

⁶ Instituto Meteorológico Nacional de Costa Rica.

PROPAGACIÓN POR ESQUEJES

Para el establecimiento de plantaciones de pitahaya, es recomendable propagar⁷ y sembrar plantas a partir de esquejes⁸ (Figura 1). La pitahaya es una planta cuyos tallos poseen la capacidad de formar raíces y brotes de forma relativamente fácil, gracias a sus características propias como parte de la familia de los cactus. De hecho, en algunos casos el establecimiento de plantaciones se realiza, simplemente, por medio

de la extracción del esqueje y su siembra directa en el campo, sin pasar por una fase de vivero. Sin embargo, es recomendable favorecer el enraizamiento en condiciones de vivero, para aumentar las probabilidades de establecer plantas sanas y con buen potencial productivo en el campo.

Pero, antes de realizar esta práctica, es importante considerar los distintos aspectos que se mencionan en la Caja Informativa 2.

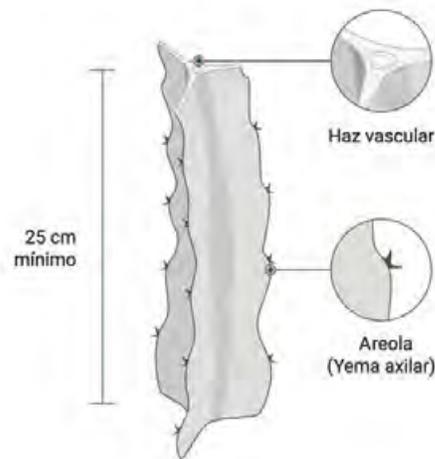


Figura 1. Esqueje de pitahaya.

7 Multiplicar el número de plantas a sembrar.

8 Porción del tallo de una planta que se coloca en condiciones controladas para estimular la formación de raíces en su base y de brotes en la parte aérea. Eventualmente esta sección formará una planta entera y productiva.

Caja Informativa 2.

Preguntas frecuentes relacionadas a la práctica de propagación de plantas de pitahaya por medio de esquejes.

¿ES POSIBLE USAR SEMILLA SEXUAL PARA ESTABLECER PLANTACIONES DE PITAHAYA?

No es aconsejable utilizar la semilla sexual⁹ para el establecimiento de plantaciones comerciales. Esto porque el tiempo necesario para que la planta llegue a su madurez fisiológica¹⁰, y por lo tanto alcance la floración y producción de frutos, es considerablemente largo (hasta 20 años en algunos casos). No obstante, las semillas son importantes para mantener la diversidad genética y son necesarias para establecer programas de mejoramiento genético (Le Bellec et al. 2006, Ortiz-Hernández y Carillo-Salazar 2012).

9 La semilla sexual es la que se extrae de los frutos. En pitahaya, la semilla sexual es de color negro, con un tamaño menor a 1 cm, y con forma de pera.

10 Aquellas que iniciaron la etapa de floración y producción de frutos.

11 Plantas genéticamente idénticas a la planta madre de la cual fueron obtenidas.

12 Entre ellas se incluyen la resistencia a problemas fitosanitarios, rendimiento productivo, adaptación a condiciones agroclimáticas y calidad de frutos.

¿POR QUÉ ES MÁS ACONSEJABLE USAR SEMILLA ASEXUAL PARA ESTABLECER PLANTACIONES DE PITAHAYA?

Las plantaciones comerciales de pitahaya se establecen generalmente mediante el uso de clones¹¹, propagados a partir de esquejes (Le Bellec et al. 2006). Estos son tomados de plantas que ya han alcanzado la madurez fisiológica, y cuyas características agronómicas¹² son conocidas y de interés para el(la) productor(a). En los últimos años se ha estudiado más ampliamente la posibilidad de emplear la propagación clonal masiva de la pitahaya

mediante el uso del cultivo in vitro (Viñas et al. 2012, Hua et al. 2015). Sin embargo, esta tecnología presenta sus limitaciones al requerir de una inversión inicial alta, personal calificado y es necesario realizar la validación del escalamiento para viveros comerciales.

Una vez que se haya comprendido el porqué de propagar las plantas por medio de esquejes en vivero, se deben tener en cuenta las siguientes consideraciones:

CONDICIONES DEL VIVERO

En general, las cactáceas son plantas que poseen mecanismos fisiológicos para hacer un uso muy eficiente del agua, es por esto que se logran adaptar bien a condiciones con ausencia o reducción periódica de lluvia (Mizrahi 2014). Sin embargo, al separar una sección del tallo (esqueje) de la planta madre, este pierde esta capacidad de tolerancia a la sequía (Nobel y De la Barrera 2002), va a ser más susceptible a la deshidratación, y se ve seriamente

afectado por la exposición a altas temperaturas y radiación solar directa. La pitahaya es un cactus cuyo hábitat natural son las ramas de los árboles que les proveen de ciertas ventajas como la sombra. Se debe considerar entonces que esta planta no está adaptada a crecer bajo condiciones desérticas. Además, para su establecimiento es necesario brindar las condiciones óptimas de sombra e irrigación en el vivero, con el fin de que el proceso de propagación se lleve a cabo con el menor grado de estrés¹³ posible.

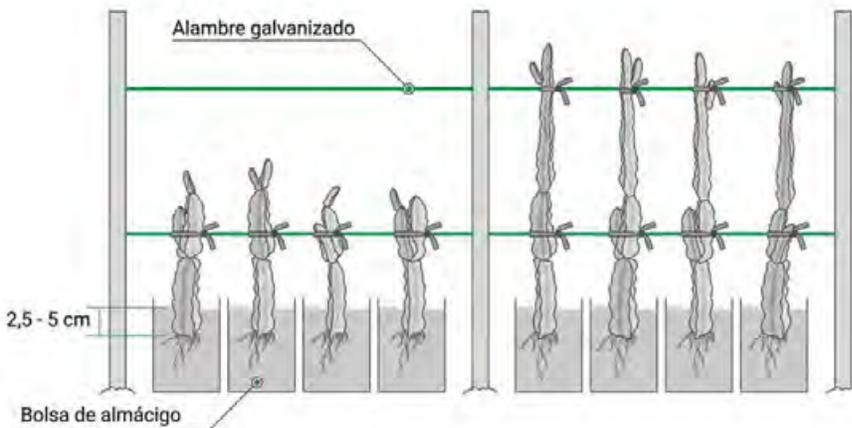
13 Condición adversa para el crecimiento y desarrollo de la planta.

Experiencias en Paraná (Brasil) y Yucatán (México) con la especie *Hylocereus undatus*¹⁴ indican que el uso de mallas¹⁵ 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.

Por otro lado, al ser un cactus trepador, la pitahaya requiere

de un soporte para sus tallos. El establecimiento en viveros de la planta requiere de una estructura conocida como espaldera que brinde soporte a los tallos y a los nuevos brotes que van a crecer (Figura 2).

Figura 2. Sistema de tutoreo tipo espaldera recomendado para el establecimiento inicial de plantas en vivero.



- 14 Pitahaya mayormente cultivada en el mundo actualmente. Generalmente posee cáscara roja y pulpa blanca, sin embargo, también existen variedades que tienen pulpa rosada, roja y violeta.
- 15 Conocidas popularmente como "sarán".

SELECCIÓN DE LAS PLANTAS MADRE

Es importante tener presente que, al establecer la plantación, su potencial de producción va a depender en gran medida de la planta madre que se seleccione para extraer sus esquejes y propagar las plantas. Por lo tanto, es importante que la planta madre posea las siguientes características:

- **Madurez de la planta madre:** Se deben utilizar plantas madre adultas, es decir, que ya hayan concluido su período juvenil y hayan formado flores y frutos. Esto es importante porque el material tomado de plantas adultas podrá iniciar con la floración y, por lo tanto,

producirá frutos mucho antes que las plantas que provengan de plantas madre que todavía se encuentren en una etapa juvenil.

- **Material genético conocido:** Es sumamente importante saber de qué variedad se trata, con el fin de tener conocimiento del comportamiento agronómico y de las características del fruto. El sembrar o propagar material de origen desconocido con fines de producción puede tener consecuencias graves en la plantación las cuales serán evidentes hasta que se obtenga la primera cosecha lo que puede tomar entre 2 – 3 años. Sin embargo, si no hay trazabilidad de la variedad y no se sabe con

certeza de qué material genético se trata, se recomienda que las plantas madre hayan pasado los ciclos productivos necesarios para conocer sus características agronómicas como su rendimiento, adaptabilidad al sitio del cultivo y calidad del fruto.

- **Estado fitosanitario:** La planta madre debe estar sana, no debe presentar síntomas de afectaciones por insectos ni enfermedades. Esto para evitar la dispersión de estos problemas en la futura plantación.

SELECCIÓN DE LOS ESQUEJES

Una vez que se hayan identificado las plantas madre ideales para ser multiplicadas, es necesario seleccionar los tallos correctos para extraer los esquejes. A continuación, se mencionan algunos criterios para la selección de los esquejes:

- **Ubicación en la planta madre:**

Se aconseja escoger tallos que estén por encima del nivel del suelo. De esta manera se evita el movimiento de suelo entre fincas, lotes o sectores, esto es importante para evitar el transporte de plagas y enfermedades.

- **Nivel de desarrollo del tallo a**

usar: Los esquejes considerados listos para propagar, provienen de tallos que han alcanzado al menos el 90% de su longitud final. Dichos tallos presentan un color verde oscuro con areolas¹⁶ y espinas que han madurado completamente (Kishore 2016).

- **Tamaño de los esquejes:**

El tamaño de los esquejes puede variar considerablemente, sin embargo, varios autores(as) coinciden en que no se deben utilizar esquejes con un tamaño menor a los 25 cm (Bastos et al. 2006, Marques et al. 2011, Pontes Filho et al. 2014). Esquejes con

mayor longitud han mostrado tener mejores resultados para el enraizamiento y mejor crecimiento en campo, lo que acorta el tiempo para empezar a producir. Sin embargo, una mayor longitud de esqueje puede generar inconvenientes relacionados con la facilidad de manipulación del material que deben ser considerados, como lo son, el transporte, el almacenamiento y la desinfección.

¹⁶ En la pitahaya la areola es la yema axilar, la cual contiene las espinas, y de donde se originan los nuevos brotes.

EXTRACCIÓN DE LOS ESQUEJES

Cuando se hayan seleccionado los esquejes adecuados, provenientes de las plantas madre ideales, es necesario extraer los esquejes. La pitahaya posee tallos suculentos¹⁷, lo cual, al realizar un corte, se generan puntos de entrada que favorece el desarrollo de distintas enfermedades. Tome en cuenta las siguientes prácticas para favorecer una correcta extracción de porciones de tallo:

- **Herramientas de corte necesarias:** Para extraer los esquejes, es necesario utilizar herramientas

cortantes bien afiladas. Es preferible el uso de tijeras de podar¹⁸ por ser más seguras para el(la) colaborador(a) agrícola que la utiliza.

- **Limpieza y desinfección de las herramientas:** Durante el proceso de extracción de esquejes, es necesario limpiar y desinfectar las herramientas con frecuencia. Químicos de uso diario como el cloro (ingrediente activo: hipoclorito de sodio, 5 mL de cloro comercial¹⁹ por litro de agua), alcohol (ingrediente activo: etanol, 70%), o yodo son opciones de bajo costo y de fácil acceso.

- **Parte del tallo a cortar:** El esqueje se puede tomar de cualquier parte de la planta, evitando los tallos principales y tomando en cuenta algunas consideraciones. Si el corte se va a realizar en la sección leñosa del tallo²⁰, es posible pensar que es menor la probabilidad de infección de patógenos, pues existe menor contenido de agua en estas partes del tallo. Sin embargo, es posible también realizar el corte en las secciones verdes, tomando los cuidados necesarios para evitar la contaminación del material.

¹⁷ Con mucho contenido de agua

¹⁸ Como las utilizadas para podar ramas de arbustos y árboles

¹⁹ Generalmente el cloro comercial se refiere al que se compra para uso doméstico y posee una concentración de ingrediente activo (hipoclorito de sodio) de 3,5 %.

²⁰ Normalmente, en la base de los tallos se forma tejido leñoso. También, cuando el crecimiento del tallo se detiene y, posteriormente se reanuda, se genera una sección más delgada y rígida,

CURADO²¹ DEL CORTE

En algunos casos, se ha visto que el área del corte del esqueje puede ser tratada para reducir la probabilidad de entrada de patógenos (Figura 3). Entre los tratamientos realizados se encuentra el dejar cicatrizar la herida al aire, o la utilización de algún producto que selle o desinfecte la herida.

En cuanto a la cicatrización de la herida, un estudio sembró estacas de pitahaya luego de 0, 7 y 14 días de haber sido extraídas de la planta madre. Ellos observaron una mejor respuesta de los esquejes en el enraizamiento entre menor fue el tiempo que tardaron en

cicatrizarse (Andrade et al. 2006). Otra opción es considerar el uso de fungicidas y bactericidas para curar la herida y sembrar el esqueje inmediatamente en el sustrato.

Se recomienda obtener asesoría de un(a) profesional en Ingeniería Agronómica para el uso de estos agroquímicos.



Figura 3. Secuencia de preparación del esqueje de pitahaya con enraizamiento en seco.

21 Tratamiento del corte para evitar la entrada de patógenos por la herida.

USO DE REGULADORES DE CRECIMIENTO²²

Los esquejes de pitahaya pueden desarrollar raíces de manera espontánea si se les provee de las condiciones adecuadas. Sin embargo, como se mencionó anteriormente, al separar los esquejes de la planta madre estos van a ser más susceptibles a la radiación solar directa, las altas temperaturas y a la deshidratación. Una vez que los esquejes desarrollan raíces, retornarán gradualmente a su estado fisiológico normal. Con el fin de reducir la afectación en los esquejes se recomienda tratar de

reducir al máximo el tiempo de formación de raíces.

Una alternativa que puede acelerar el proceso de enraizamiento es con la utilización de moléculas que estimulan el desarrollo de raíces. En la pitahaya se ha utilizado un grupo de reguladores de crecimiento conocido como auxinas. Existen varios productos comerciales de uso agrícola que contienen auxinas como ingredientes activos, y que son usualmente utilizados para el enraizamiento de estacas y esquejes de diferentes especies de plantas. En la literatura, la única molécula inductora que se ha probado es el ácido indol-

butírico (AIB), es recomendable la evaluación de otras auxinas y su eficacia para inducir la formación de raíces. Para el caso específico de la pitahaya, a continuación, se resumen a manera de casos los trabajos publicados sobre el uso de auxinas para enraizamiento de esquejes (Recopilado por Hernández et al. 2019).

²² También llamadas “hormonas vegetales”.

CASO 1

Sitio: Giza, Egipto Especie: <i>H. undatus</i>	Tamaño: 5 cm Sustrato utilizado: mezcla 1:1 de arena y turba	
Molécula utilizada: Ácido indol-butírico (AIB) Tiempo de inmersión: 10s	Concentraciones probadas: <ul style="list-style-type: none">• 0 g/L (testigo)• 1 g/L• 2 g/L• 3 g/L	Principales resultados: Tratamiento con 2g/L de AIB tuvo una mayor proporción de esquejes enraizados. Además de mayor número de raíces y de mayor longitud en comparación con los otros tratamientos y el testigo.

Referencia: El Obeidy 2006.

CASO 2

Sitio: Yucatán, México Especie: <i>H. undatus</i>	Tamaño: 40 cm Sustrato utilizado: mezcla 1:1 de suelo con estiércol bovino	
Molécula utilizada: Ácido indol-butírico (AIB) Tiempo de inmersión: no indica	Concentraciones probadas: <ul style="list-style-type: none">• 0 g/L (testigo)• 1 g/L• 5 g/L• 10 g/L	Principales resultados: Tratamiento con 5g/L de AIB tuvo un mayor número de raíces por esqueje con respecto al testigo.

Referencia: Vargas-Santiago 2003.

CASO 3

Sitio: Ceará, Brasil Especie: <i>H. undatus</i>	Tamaño: 26 cm Sustrato utilizado: mezcla 2:1 de arena y compost	
Molécula utilizada: Ácido indol-butírico (AIB) Tiempo de inmersión: 30s	Concentraciones probadas: <ul style="list-style-type: none">• 0 g/L (testigo)• 1,5 g/L• 3 g/L• 4,5 g/L	Principales resultados: Tratamiento con 3g/L de AIB obtuvo esquejes con raíces con mayor longitud y peso seco en comparación con los otros tratamientos y el testigo.

Referencia: Pontes Filho et al. 2014

CASO 4

Sitio: Minas Gerais, Brasil Especie: <i>H. undatus</i>	Tamaño: 55 cm Sustrato utilizado: 100% arena	
Molécula utilizada: Ácido indol-butírico (AIB) Tiempo de inmersión: 10s	Concentraciones probadas: <ul style="list-style-type: none">• 1 g/L (testigo)• 2 g/L• 3 g/L• 4 g/L	Principales resultados: Tratamiento con 2 g/L de AIB ayudó a obtener un mayor peso fresco de tallos y raíces en comparación con los otros dos tratamientos y el testigo.

Referencia: Galvão et al. 2016.

REQUERIMIENTOS DE SUELO

Aunque las plantas de pitahaya suelen adaptarse a diferentes tipos de suelo, es importante establecer el cultivo en terrenos que no sean propensos a inundación, de lo contrario se debe contar con un sistema de drenaje eficiente. Por lo general, se utiliza una mezcla de sustratos que permiten mantener el nivel de humedad necesario para la planta, pero que a su vez permita un adecuado drenaje. Se han observado buenos resultados cuando se realiza el cultivo en suelos ricos en materia orgánica y con valores de pH ligeramente ácidos, que rondan los 5,5 y los 6,5 (Crane y Balerdi 2019, López Díaz y Guido-Miranda 2014).

FERTILIZACIÓN

Importante: Para poder establecer el plan de fertilización de un cultivo de pitahaya es importante realizar los análisis químicos de suelo que correspondan, con el fin de identificar las deficiencias y desbalances de nutrientes, y determinar las posibles necesidades de aplicar enmiendas²³. En todo caso es necesaria la asesoría por parte de un(a) profesional en Ingeniería Agronómica.

²³ Es la incorporación de un producto fertilizante o de materiales destinados a mejorar las propiedades físicas, químicas o biológicas del suelo.



Una vez que se conozcan las características de fertilidad del terreno por cultivar, y se hayan aplicado las enmiendas necesarias, es importante suplir a la planta con los nutrientes necesarios para sostener la producción y para obtener frutos de la calidad deseada. A continuación, se mencionan algunas consideraciones importantes para la elaboración del plan de fertilización:

TENER CONOCIMIENTO DEL RENDIMIENTO DEL CULTIVO.

En Costa Rica, actualmente la actividad del cultivo de pitahaya es todavía incipiente, por lo que no existe certeza de su rendimiento promedio a nivel nacional. Datos recolectados por medio de una encuesta telefónica a distintos productores en el 2016, estiman un promedio mínimo de 0,15 ton/ha y un máximo de 4,5 ton/ha. Sin embargo, hay que tener en cuenta que este valor va a variar mucho como consecuencia, entre otros factores, de la edad del cultivo y de la densidad de siembra.

En otras regiones del mundo los rendimientos de la pitahaya son considerablemente mayores a lo

registrado actualmente en Costa Rica. Algunos autores sugieren que los rendimientos mundiales se encuentran entre 10 - 45 ton/ha (Le Bellec et al. 2006, Mizrahi 2014). Por ejemplo, Vietnam, uno de los mayores productores de pitahaya en el mundo, registra rendimientos de entre 22 - 35 ton/ha (Paul y Jung Chen 2019), lo cual puede brindar una referencia del potencial productivo de la planta. En Nicaragua y México, los rendimientos rondan los 12 y 14 ton/ha respectivamente (Osuna-Enciso et al. 2016).

Otro aspecto importante, es que una vez se establezca la plantación, el rendimiento aumenta en los primeros años

hasta llegar a estabilizarse. El comportamiento de los registros de rendimiento en una plantación puede variar considerablemente los primeros años. Lo anterior va a depender de factores como la densidad de siembra, el grado de compatibilidad²⁴ entre variedades y/o genotipos, y de factores externos como el clima y el suelo; algunas estimaciones varían en rangos entre los 3 y 7 años luego de establecida la plantación (Osuna-Enciso et al. 2016). Es por ello por lo que es de suma importancia registrar los rendimientos de cada lote de cultivo que se establezca, para

conocer cada caso particular y ajustar la fertilización de forma concordante.

INTERVALOS DE APLICACIÓN

Como en otros cultivos, las necesidades de aplicación de fertilizantes van a depender del estado de desarrollo²⁵ de la planta. Por ejemplo, experiencias en Israel muestran que las necesidades del cultivo durante el periodo de floración y fructificación pueden aumentar hasta en 2 veces para el nitrógeno, 5 veces para el fósforo, y 2,5 veces para el potasio con

respecto a la etapa vegetativa (Mizrahi 2015).

Por lo anterior, una vez que se tome la decisión de las cantidades de nutrientes a aplicar en la plantación, se recomienda considerar dividir las aplicaciones en intervalos, con el fin de aumentar la eficiencia del uso de los nutrientes por parte de las plantas.

MODO DE APLICACIÓN

En Costa Rica y en los demás países del mundo, la aplicación de fertilizantes se realiza a partir del uso de productos de formulación

²⁴ Capacidad del polen de fertilizar el óvulo de la planta receptora.

²⁵ Etapa vegetativa, floración o fructificación.

sólida²⁶ y mediante el uso de sistemas de fertirrigación²⁷ (Figura 4 y 5). El fertirriego se aplica principalmente a través de sistemas de riego por goteo.

En cualquiera de los dos casos, es importante considerar que la aplicación de fertilizantes debe realizarse tomando en cuenta que el sistema de raíces de la pitahaya es generalmente profuso²⁸ aproximadamente a un metro a la redonda de la planta, y cercano a la superficie.

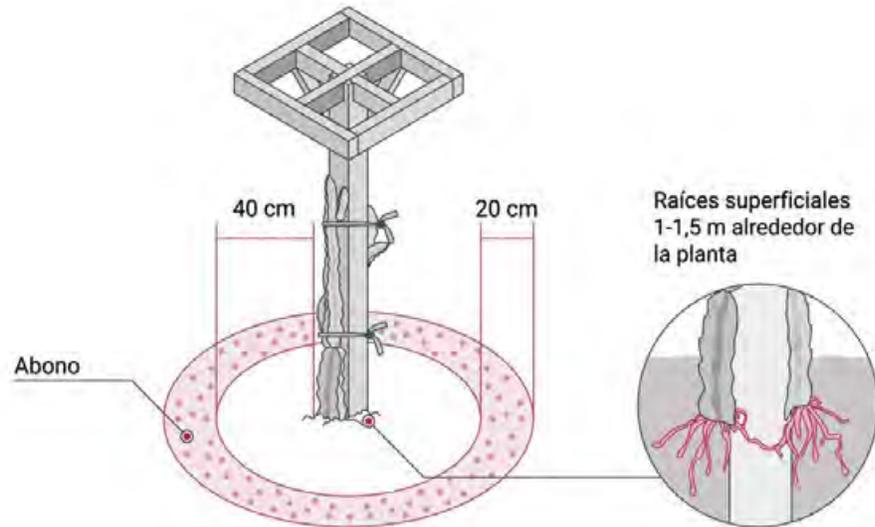


Figura 4. Aplicación de fertilizante en formulación sólida.

26 Por ejemplo, granulados, abonos orgánicos (compost) o similares.

27 Suministro de nutrientes a la planta por medio del agua de riego.

28 Abundante.

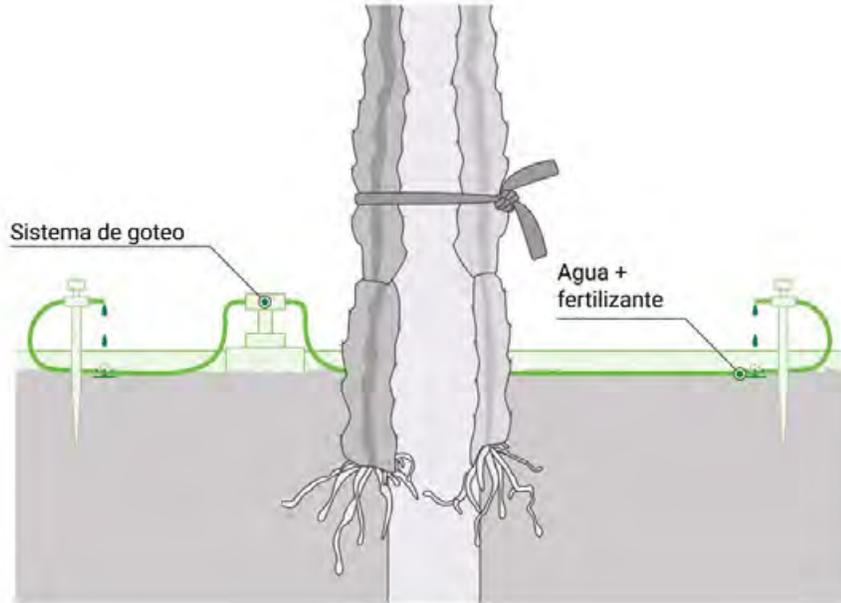


Figura 5. Aplicación de fertilizante por medio de riego por goteo (fertirrigación).

Por último, si se toma la decisión de sembrar los esquejes de forma directa en la plantación sin pasar por una fase de vivero, se debe tomar en cuenta que, si el esqueje no posee raíces, la aplicación de fertilizantes químicos en este punto puede ser ineficiente, pues la planta no va a tener la capacidad de absorber los nutrientes. Por lo tanto, en este caso se recomienda monitorear la formación de las raíces para tomar la decisión de aplicar productos al suelo.

NECESIDADES NUTRICIONALES DEL CULTIVO

A la fecha, no existe claridad de las necesidades de fertilización de la pitahaya. En la información disponible alrededor del mundo, se han generado estimaciones basadas en la experiencia. Es por ello por lo que no es posible generar una recomendación con respecto a las cantidades de nutrientes minerales que requiere la planta.

En general, se observa que la aplicación de nutrientes y su efecto en los rendimientos es variable, y depende de diversos factores como el sitio del cultivo, las condiciones previas del suelo, el momento de aplicación, la densidad de siembra, etc. Por lo tanto, la fertilización de la pitahaya debe ser ajustada a las condiciones particulares de cada plantación.

Sin embargo, como referencia, es importante analizar experiencias disponibles en la literatura. Por ejemplo, en Israel se reporta que una plantación de pitahaya que

haya alcanzado su rendimiento máximo, puede consumir alrededor de 110 kg de nitrógeno, 280 kg de potasio, y 25 kg de fósforo por hectárea cada año (Mizrahi 2015). A continuación, se resumen a manera de casos, tres ensayos realizados y publicados en Brasil y Nicaragua para cultivos de las especies *H. polyrhizus* y *H. undatus*. Se sugiere revisar la información con cautela y buscar asesoría de un profesional en Ingeniería Agronómica para la toma de decisiones con respecto a la fertilización del cultivo.

CASO 1

Sitio: Minas Gerais, Brasil Especie: <i>H. undatus</i> , <i>H. polyrhizus</i>		Densidad de siembra (una planta/pto de siembra): 1111 plantas/ha
Fertilizante: (Cantidad aplicada por año) (g/planta)	Año 1 N 111 P 33 K 184	Aplicaciones: <ul style="list-style-type: none">• Al momento de la siembra• 60 días después de la floración• 120 días después de la floración Duración del estudio: <ul style="list-style-type: none">• 2 años
Rendimiento: 7,5 - 8,7 ton/ha		Observaciones: Tomando en cuenta el análisis químico del suelo utilizado en el estudio, se realizó una enmienda con 54 g de fósforo por punto de siembra.

Referencia: Rabelo et al. 2020.

CASO 2

Sitio: Minas Gerais, Brasil Especie: <i>H. undatus</i> , <i>H. polyrhizus</i>				Densidad de siembra (una planta/pto de siembra): 1111 plantas/ha	
Fertilizante: (Cantidad aplicada por año) (g/planta)	N	Año 1 111	Año 2 111	Año 3 111	Aplicaciones: <ul style="list-style-type: none"> • Una aplicación al momento de la siembra • Tres aplicaciones más cada tres meses Duración del estudio: <ul style="list-style-type: none"> • 3 años
	P	10	10	10	
	K	99-153	184	184	
Rendimiento: 5,3 - 8 ton/ha				Observaciones: Tomando en cuenta el análisis químico del suelo utilizado en el estudio, se realizó una enmienda con 200 g de dolomita y 300 g de superfosfato simple, de acuerdo con el análisis del suelo realizado.	

Referencia: Fernandes et al. 2018.

CASO 3

Sitio: Nicaragua Especie: <i>H. undatus</i>					Densidad de siembra (una planta/pto de siembra): 1111 plantas/ha
Fertilizante: (Cantidad aplicada por año) (g/planta)		Año 1	Año 2	Año 3	Aplicaciones: <ul style="list-style-type: none">• Una aplicación al momento de la siembra• Luego del segundo año fraccionado en dos aplicaciones Duración del estudio: <ul style="list-style-type: none">• 3 años
	N	120	40 - 80	40	
	P	9	9 - 17	9	
	K	8	8	8	
Rendimiento: : 4,7 - 7,2 ton/ha					Observaciones: Los esquejes se mantuvieron por 4 meses en el vivero antes de ser sembrados.

Referencia: López-Turcios y Guido-Miranda 2016.

APLICACIÓN DE MATERIA ORGÁNICA²⁹

La aplicación de materia orgánica tiene una importancia que depende, entre otros factores, de las características del suelo y del sistema de cultivo. Por ejemplo, en un sistema convencional, la materia orgánica cumple una función que integra una mejor retención de

29 Popularmente se les conoce como “abonos orgánicos”. Generalmente se trata de subproductos agropecuarios como las excretas de animales, restos de cosechas o de procesos como del beneficio del café o el ingenio de la caña; o bien, productos, terminados como el compost, el cual ha pasado un proceso de fermentación, o digestión -como en el caso del compost de lombriz- y se encuentran estabilizados. Existen productos sólidos o líquidos generados a partir de diversas materias primas que pueden ser utilizados como fuente de materia orgánica.

humedad, el mantenimiento de microorganismos benéficos del suelo y mantenimiento de relaciones carbono: nitrógeno adecuadas. Si se trata de una plantación con un sistema de producción orgánica³⁰, gran parte de la necesidad de nutrientes del cultivo se suple a partir de materia orgánica, y al mismo tiempo se obtienen los beneficios mencionados para los sistemas convencionales.

En la literatura, se puede encontrar que generalmente se aplica materia orgánica durante la siembra, en

30 Según la FAO, “La agricultura orgánica es un sistema de producción que trata de utilizar al máximo los recursos de la finca, dándole énfasis a la fertilidad del suelo y la actividad biológica y al mismo tiempo, a minimizar el uso de los recursos no renovables y no utilizar fertilizantes y plaguicidas sintéticos”.

el fondo del punto de siembra. La cantidad por aplicar va a depender de la fuente de materia orgánica que se utiliza y del suelo. Por ejemplo, las referencias de los ensayos realizados en Brasil (Casos 1 y 2) se reporta la aplicación de estiércol bovino a razón de 10 - 20 L por punto de siembra. En Costa Rica se ha observado la aplicación de aproximadamente medio quintal de gallinaza por punto de siembra³¹. En cualquier caso, siempre es necesaria la asesoría de un(a) profesional para determinar las necesidades de aplicación de materia orgánica en el cultivo.

31 Comunicación personal Coopepitahaya S.R.L., Costa Rica.

ESTABLECIMIENTO DE PLANTAS EN CAMPO

El uso de tutores para el cultivo de pitahaya resulta indispensable para facilitar su crecimiento y desarrollo. Además, sirven de apoyo y sostén para la planta durante su etapa productiva. Los diseños de sistemas de tutorado son diversos y su uso depende en gran medida de la disponibilidad y costo de los materiales que se utilicen. En cualquier caso, es necesario considerar que la estructura a construir debe soportar plantas que producen mucha biomasa³², la cual

puede alcanzar, incluso, un centenar de kilogramos. La estructura seleccionada también debe tener una vida útil igual o superior a la del cultivo, en este caso puede superar los 20 años con el manejo adecuado. El tipo de tutorado también define en buena medida la densidad de siembra a utilizar, la forma de aplicar fertilizantes, y las podas. Por ejemplo, las podas en un sistema de espaldera son relativamente distintas cuando se comparan con los sistemas de

tutores individuales. En el primer caso, las podas de formación mantienen una especie de muro de cladodios y, en el segundo, se mantiene una densidad de tallos a la redonda del poste. Por lo tanto, a continuación, se presenta una recopilación de sistemas que se reportan en la literatura y otros que se observan en el caso costarricense para facilitar la evaluación de opciones.

³² En este caso, masa vegetal

POSTES INDIVIDUALES

Existen diferentes opciones para el tutorado de plantas de pitahaya, sin embargo, al ser los postes individuales menos costosos en comparación con el uso de espaldera, son utilizados con más frecuencia en el país. Los tutores pueden ser de poste vivo, poste muerto o poste de cemento o PVC (Figura 6). Para los dos últimos 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 (Figura 7).

En cuanto a la altura de los tutores, se recomienda que esté entre los 1,4 - 1,60 m (Le Bellec et al. 2006). No se recomiendan tutores de mayor altura porque pueden

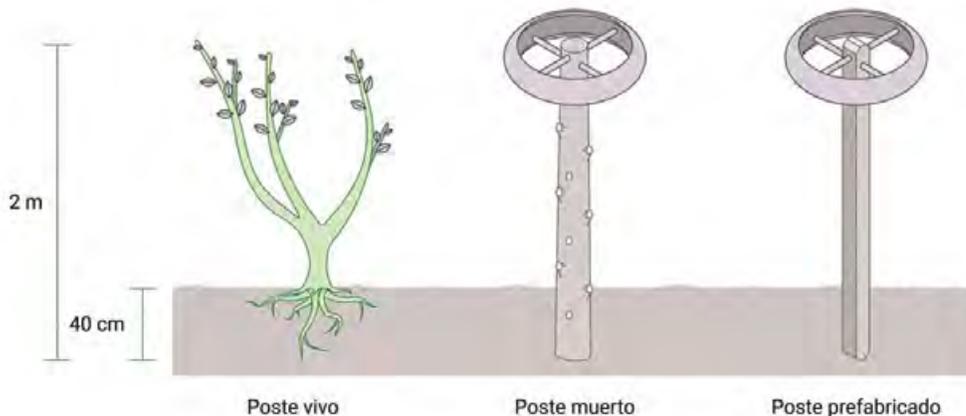


Figura 6. Ejemplos de sistemas de tutorado individual para pitahaya.

dificultar las actividades de mantenimiento como podas, y la cosecha de los frutos.

A continuación, se describen algunas características, así como, ventajas y desventajas de diferentes tipos de tutores individuales utilizados para plantaciones de pitahaya (López Díaz y Guido-Miranda 2014, Le Bellec y Vaillant 2011).

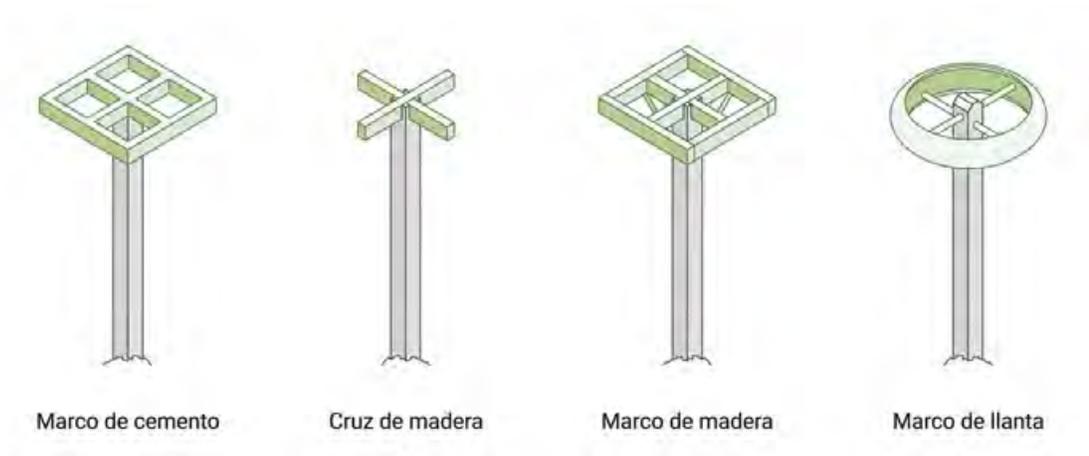


Figura 7. Alternativas para el sostén de los tallos de pitahaya en sistemas de tutoreo individual de poste muerto o prefabricado.

POSTE VIVO

Consideraciones:

- Corteza suave y esponjosa que permite la 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.

Alternativa:

- Madero negro (*Gliricidia sepium*)
- Indio desnudo (*Bursera simaruba*)
- Jocote (*Spondias purpurea*)

Ventajas:

- Bajo costo
- Ecológico
- Alta longevidad

Desventajas:

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

POSTE MUERTO

Consideraciones:

- Resistente a la pudrición
- Diámetro de al menos 9 cm
- Vida útil igual o mayor a la de la pitahaya (25 años)

Alternativa:

- Quebracho (*Pentaclethra macroloba*)
- Guachipelín (*Diphysa americana*)

Ventajas:

- Bajo costo
- Beneficio ecológico intermedio

Desventajas:

- Deforestación
- No tan longevo

POSTE PREFABRICADO

Consideraciones:

- Diámetro de 4 pulgadas
- Al menos 2 cm de altura (0,50 m para enterrar)

Alternativa:

- Cemento
- Plástico PET/PVC
- Tubo metálico

Ventajas:

- Muy longevo
- Poco mantenimiento

Desventajas:

- Beneficio ecológico bajo
- Alto costo

ESPALDERA

Otra alternativa es el cultivo en soportes horizontales o inclinados conocidos como espaldera. Este sistema es muy útil para la fase de vivero en la propagación de material vegetal. Un tipo de espaldera puede consistir en dos postes de 2 m de altura (50 cm enterrado) y al menos una línea de alambre galvanizado que sirva de punto de amarre para los esquejes. Los esquejes de pitahaya se siembran en un sustrato en una bolsa de almácigo a una profundidad de 2,5 a 5 cm (Figura 2).

El sistema de espaldera también se utiliza con algunas modificaciones para las plantaciones comerciales de pitahaya porque permiten la

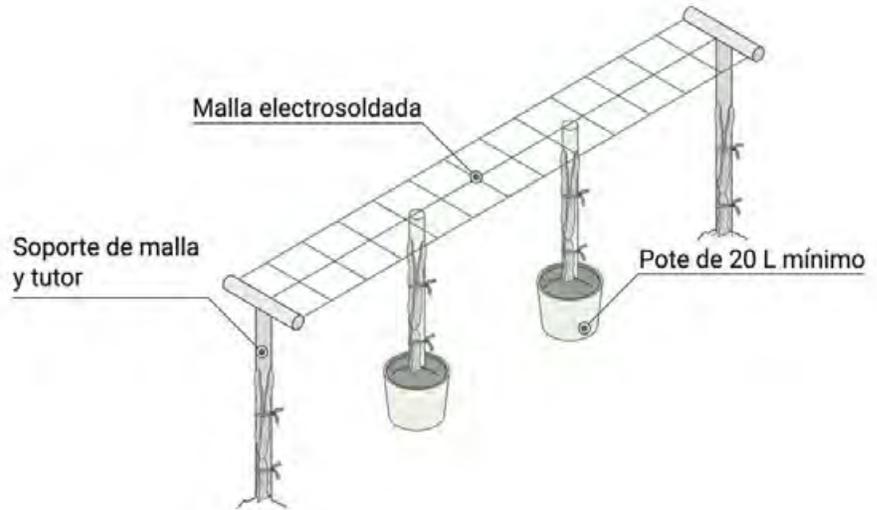


Figura 8. Sistema de tutoreo tipo espaldera para pitahaya en potes con soporte superior con malla electrosoldada.

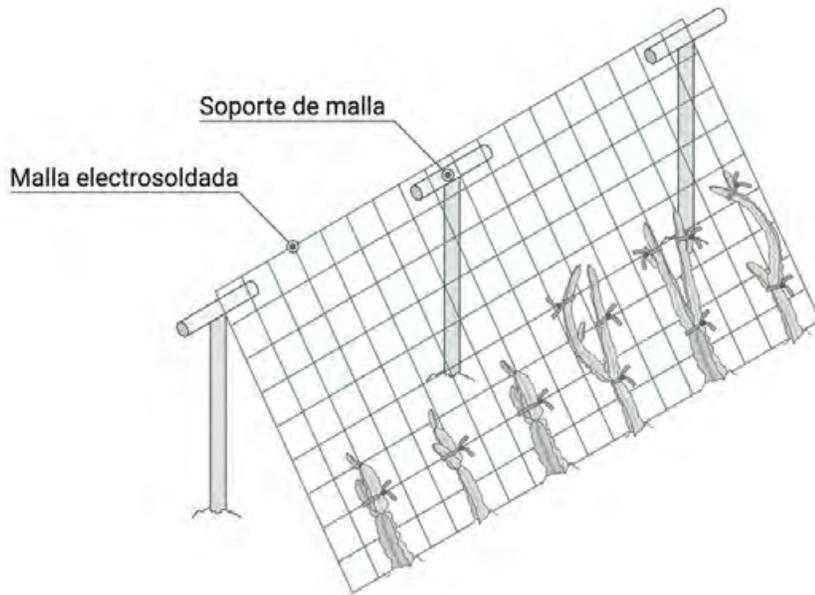


Figura 9. Sistema de tutores tipo espaldera inclinada para pitahaya sobre malla electrosoldada.

siembra de un mayor número de plantas por hectárea. No obstante, el establecimiento de este sistema puede tener un costo inicial elevado, además de requerir de mayores cuidados que deben ser considerados para el mantenimiento de las plantas (podas, manejo fitosanitario, acceso a luz y circulación del aire) (Méndez Hernández y Coello Torres 2016). A continuación, se muestran dos opciones utilizadas para la siembra de pitahaya utilizando malla electrosoldada en espalderas con soporte superior e inclinada (Figura 8 y 9).

ESQUEMA DE SIEMBRA

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 (Figura 10). 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 o triangular (pata de gallo o tresbolillo) (Figura 11 y 12). 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.

En el caso del uso de espalderas, en el país no se han encontrado experiencias en cuanto al aumento de la densidad de siembra mediante la disminución de la

distancia entre plantas, tal y como se realiza en otros países. Podría ser de importancia realizar las pruebas pertinentes para determinar sistemas que manejen el espacio de forma eficiente.

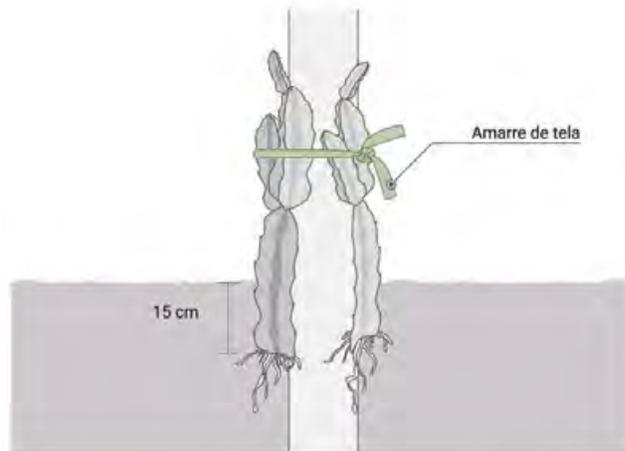


Figura 10. Siembra de esquejes enraizados de pitahaya.

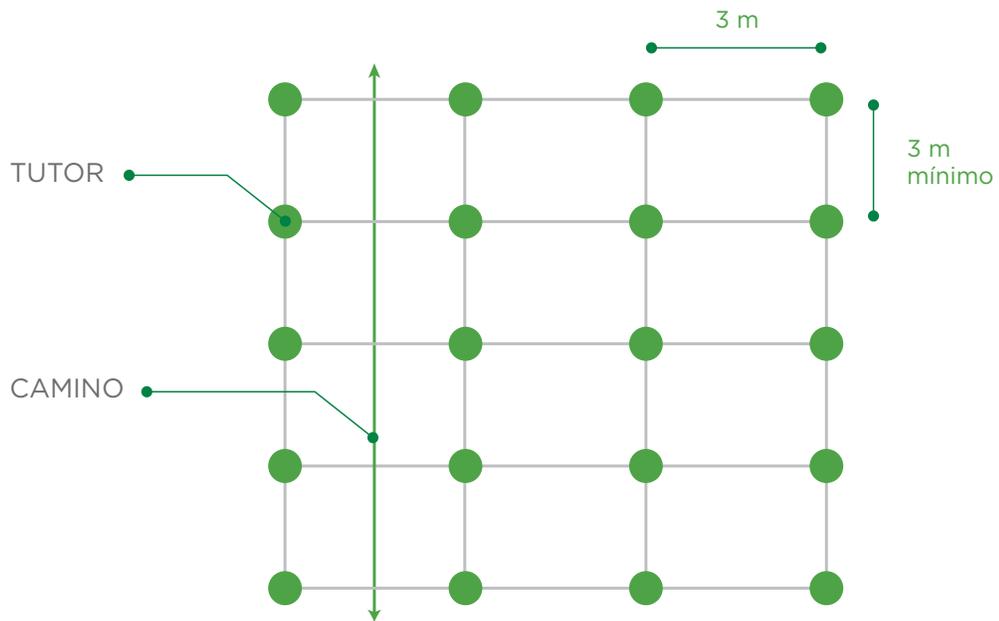


Figura 11. Esquema de siembra en cuadro para pitahaya

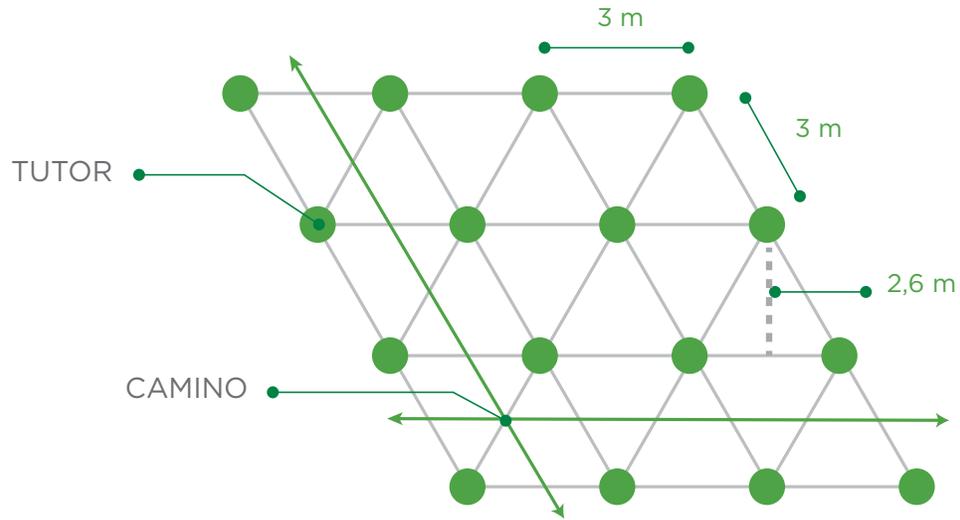


Figura 12. Esquema de siembra triangular (pata de gallo o tresbolillo) para pitahaya.

MANTENIMIENTO DE LA PLANTACIÓN

Existen diferentes tareas de mantenimiento que van a permitir un buen manejo del cultivo. Una de las actividades que se debe realizar con más frecuencia es la poda de la plantación (Gunasena et al. 2006). Existen tres tipos de poda: la de formación, de raleo y la fitosanitaria.

PODA DE FORMACIÓN

Esta es una de las tareas más frecuentes y se realiza con el fin de eliminar aquellos tallos que crecen de manera desordenada, más propensos a quebrarse, o los que crecen erectos

(Gunasena et al. 2006). Esto va a prevenir que se creen aglomeraciones que propicien la infección por agentes patógenos, eliminar tallos que no van a ser muy productivos, y redireccionar nutrientes hacia los tallos productivos. En esta poda también se busca eliminar los brotes que salen a nivel del suelo y hasta un metro de altura para disminuir el riesgo de infección con patógenos presentes en el suelo.

PODA DE RALEO

Con esta poda se busca eliminar 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) (López Díaz y Guido-Miranda 2014).

PODA FITOSANITARIA

Esta poda busca eliminar aquellos tallos enfermos o dañados para evitar la propagación de enfermedades (Rebolledo Martínez et al. 2009). Esta debe realizarse cada vez que se encuentren tallos enfermos. Se debe tener el cuidado de desinfectar todas las herramientas antes de utilizarlas en otra planta. Los tallos enfermos deben ser removidos y posteriormente enterrados o quemados para evitar la propagación de los agentes infecciosos.

PLAGAS Y

ENFERMEDADES

A nivel mundial se han descrito diferentes plagas y enfermedades que afectan la planta de pitahaya. Las afectaciones se pueden dar tanto en los tallos, flores y frutos. Las plagas más comunes de la pitahaya son insectos como escarabajos, hormigas o polillas. Estos insectos ocasionan lesiones en diferentes tejidos de la planta que se convierten en puntos de entrada para hongos y bacterias (Ortiz-Hernández y Carillo-Salazar 2012).

La documentación referente a plagas y enfermedades en pitahaya específicamente para Costa Rica es muy escasa por lo que a continuación, se mencionan algunas de las plagas y enfermedades reportadas en cultivos de pitahaya a nivel mundial.

PLAGAS

PICUDOS (GORGOJOS)

Los picudos son escarabajos de hábito nocturno lo que dificulta en ocasiones su identificación. Estos escarabajos pueden ocasionar serios daños en los cultivos, puesto que la mayor parte de su ciclo de vida se realiza en la planta. Diferentes especies de estos escarabajos están presentes en nuestro país y suelen ser plaga de diversos cultivos, entre los que están, el pejibaye, la piña y la caña de azúcar (Bulgarelli et al. 1998, Badilla Fernández 2002, Monge Muñoz 2018).

Tanto los adultos como las larvas de estos escarabajos se alimentan de tejido vegetal vivo o muerto.

Los insectos en su estado adulto perforan y se alimentan de los tallos, mientras las hembras suelen depositar los huevos en los tallos, flores o frutos. Posteriormente, las larvas, se alimentan del tejido que encuentran a su alrededor. Y forman la pupa con fibra obtenida de la misma planta provocándole serios daños (Jiménez Martínez 2016).

Los adultos, al alimentarse o al realizar la oviposición, también generan vías de entrada para organismos patógenos (hongos, bacterias). Se recomienda un monitoreo constante de la plantación, así como la eliminación de malezas que puedan ser hospederas del picudo (Jiménez Martínez 2016). Si se observan frutos

afectados por estos escarabajos se recomienda recoger los frutos y enterrarlos por lo menos a 30 cm de profundidad (Zumbado Arrieta y Azofeifa Jiménez 2018).

BARRENADOR DEL TALLO (*MARACAYIA CHLORISALIS*)

La larva de *M. chlorialis* es de un color amarillo con numerosos puntos negros entrecortados en todo su entorno. Tiene una cabeza color café-rojizo seguido por una mancha negra en el cuello. Ataca principalmente durante los periodos de floración y fructificación del cultivo (Jiménez Martínez 2016).

Esta larva actúa haciendo pequeños agujeros en el tallo de la planta por el cual ingresa para consumir

el tejido carnoso. La larva logra penetrar en el tejido leñoso (central) de los tallos de pitahaya donde forma un túnel y posteriormente empupa. Esto interrumpe el suministro de agua y nutrientes a la planta y provoca la pudrición del tejido.

En el año 2018 se documentó la presencia de larvas de *M. chlorialis* alimentándose de plantas silvestres de *Hylocereus costaricensis* en el Área Conservación Guanacaste (ACG), en el Sector Mundo Nuevo y Sector Pailas (Cantillano Espinoza 2018).

HORMIGAS NEGRAS Y ZOMPOPAS (*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 (Barcenas-Abogado et al. 2002).

CHINCHE PATÓN (*LEPTOGLOSSUS SP.*)

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 (Barcenas-Abogado et al. 2002). 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 (Jiménez Martínez 2016).

ENFERMEDADES

La planta de pitahaya puede ser infectada por patógenos de origen fúngico o bacteriano. La acumulación de agua en el suelo o entre las vainas y la alta temperatura crean ambientes idóneos para el crecimiento de estos organismos. Estos organismos son oportunistas y requieren de un punto de entrada para infectar la planta. Estas vías de ingreso pueden ser lesiones de la planta provocadas por un mal manejo o daños ocasionados por insectos, como los mencionados anteriormente (Valencia-Botín et al. 2003, Retana Sánchez et al. 2019b).

Tanto los tallos como los frutos de pitahaya pueden ser atacados por bacterias, entre ellas, se han

reportado *Enterobacter cloacae*, *Erwinia carotovora* y *Xanthomonas campestris* (Masyahit et al. 2009). La infección bacteriana (bacteriosis) usualmente causa la pudrición blanda de los tallos.

Por otro lado, algunos de los hongos que suelen afectar el tallo y fruto de la pitahaya son *Fusarium oxysporum*, *Fusicoccum sp.*, *Curvularia lunata*, *Colletotrichum gloeosporioides* y *Neoscytalidium dimidiatum* (Valencia-Botín et al. 2013, Wright et al. 2007). Estos pueden ocasionar enfermedades conocidas como antracnosis, fusariosis, chancros y ojo de pez.

Sin excluir la posibilidad de afectación por enfermedades que se reportan en la literatura a nivel

mundial, en Costa Rica existen tres reportes de enfermedades en pitahaya, en dos de las cuales se conoce el agente que las causa. La otra enfermedad no se conoce el agente causal, por lo que se sospecha que se trata de un problema fisiológico. Dichos reportes se resumen en las Cajas Informativas 3 – 5.

Caja Informativa 3.

Enfermedades reportadas a la fecha en Costa Rica para el cultivo de *Hylocereus costaricensis* (Retana Sánchez et al. 2019b).

PUDRICIÓN DEL TALLO

Agente causal: Bacteria bacilo gram negativa (*Enterobacter hormaechei*).

Síntomas:

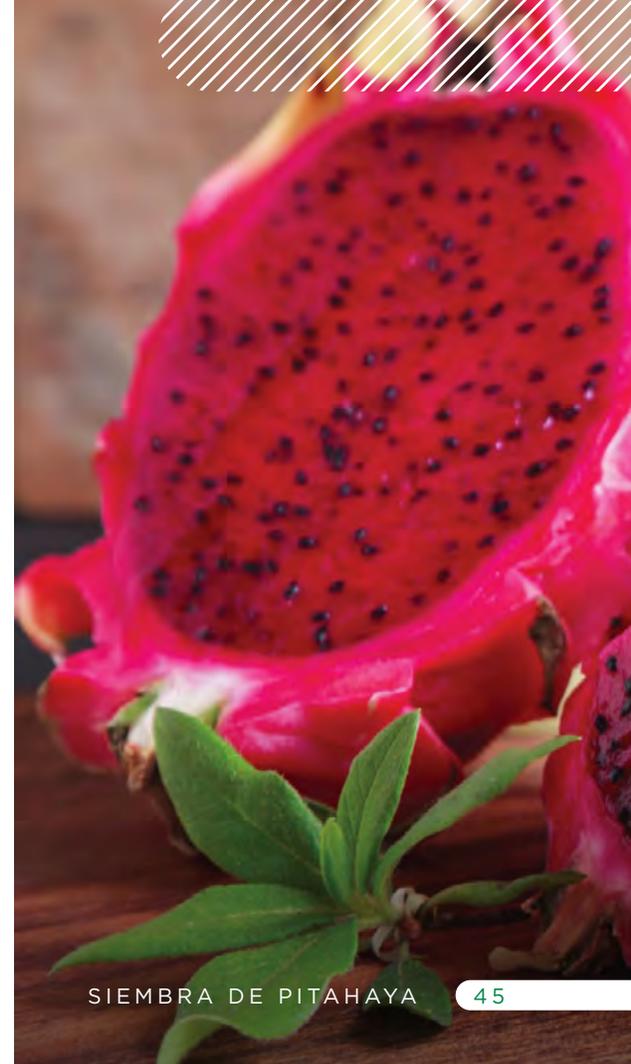
- **En época lluviosa:** Pudrición amarillenta que inicia al borde del tallo y luego se extiende por él.
- **En época seca:** Manchas circulares anaranjadas que se tornan de color marrón.
- **Infección:** Requiere de un punto de entrada (heridas en los tallos).



Figura 13. Síntomas de pudrición en plantas de pitahaya durante época lluviosa. A-B. Estados iniciales e intermedios de infección. C y F. Estados avanzados de la (Retana Sánchez et al. 2019b).



Figura 14. Síntomas de pudrición en plantas de pitahaya durante época seca. A-B. Estados iniciales e intermedios de infección. C y F. Estados avanzados de la infección (Retana Sánchez et al. 2019b).



Caja Informativa 4.

Enfermedades reportadas a la fecha en Costa Rica para el cultivo de *Hylocereus costaricensis* (Retana Sánchez et al. 2018).

CÁNCER DEL TALLO

Agente causal: Hongo ascomicete (*Neoscytalidium dimidiatum* (Penz))

Síntomas:

- Manchas irregulares pequeñas de color anaranjado o rojizo y lesiones abultadas de color beige-grisáceas.
- En estados avanzados se observa la unión de lesiones y el desprendimiento del tejido, generando agujeros en el tallo.
- Infección: Requiere de un punto de entrada (heridas en los tallos).

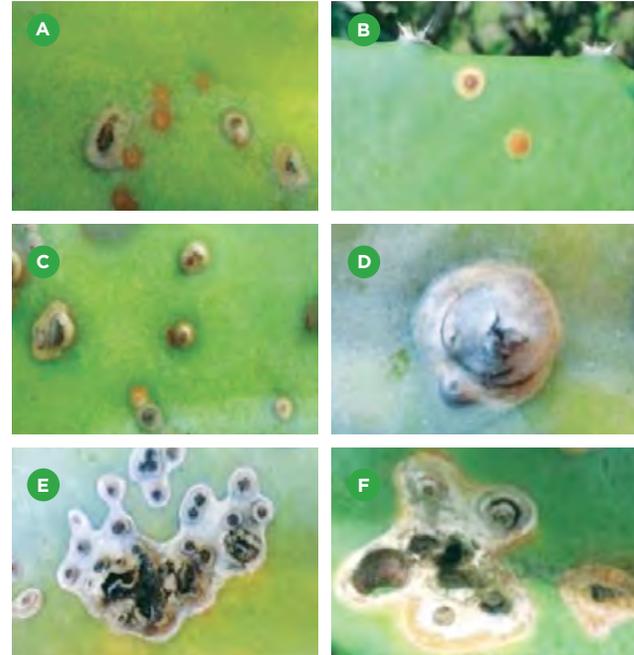


Figura 15. Síntomas de cáncer de tallo provocados por *N. dimidiatum*. A-D. Estados iniciales e intermedios de infección. E y F. Estados avanzados de la infección (Retana Sánchez et al. 2018).

Caja Informativa 5.

Enfermedades reportadas a la fecha en Costa Rica para el cultivo de *Hylocereus costaricensis* (Retana Sánchez et al. 2019a).

“MANCHA BLANCA”

Agente causal: Posiblemente problema fisiológico.

Síntomas:

- En estadios tempranos se presenta una sustancia de color amarillo que brota de las areolas y que llega a extenderse por los bordes de los tallos.
- En estadio avanzados, logra recubrir el cladodio en su totalidad con una mancha de color blanco-grisáceo.



Figura 16. Síntomas de la enfermedad abiótica “mancha blanca” en plantas de pitahaya. A-D. Estados iniciales e intermedios de infección. E y F. Estados avanzados de la infección (Retana Sánchez et al. 2019a).

MEDIDAS DE PREVENCIÓN

Es importante el monitoreo frecuente de las plantaciones para detectar de manera temprana la presencia de plagas o signos de enfermedad en las plantas. Existen diferentes vías por las cuales se pueden transmitir enfermedades tanto de origen fúngico como bacteriano, sin embargo, hay ciertas medidas que se pueden tomar para disminuir el riesgo de infección, por ejemplo:

- Evitar el uso de material vegetativo (esquejes) contaminado o de procedencia desconocida.

- Desinfectar frecuentemente las herramientas utilizadas, especialmente al pasar entre planta y planta.
- Control de plagas, son portadores de esporas o bacterias y pueden producir lesiones en la planta que se convierten en medios de entrada de agentes patógenos.
- Controlar las condiciones que propician el crecimiento de agentes patógenos como exceso de humedad en la plantación, ya sea por mal drenaje, o falta de mantenimiento del cultivo (podas).
- Algunos productores han optado por proteger los frutos inmaduros con bolsas de malla antiáfidos para disminuir el ataque de estos

por plagas de insectos, aves u otros animales.

- Se debe tomar en consideración que la ropa y las botas o zapatos de los trabajadores también pueden ser vías de transmisión de enfermedades en las plantaciones.

RASTREABILIDAD

Y USO DE REGISTROS

Como parte de las buenas prácticas agrícolas (BPA) las cuáles buscan garantizar la producción de alimentos sanos e inocuos, se han establecido una serie de recomendaciones técnicas y principios para aplicarse durante las diferentes etapas de la producción. Entre las recomendaciones generales, se sugiere mantener un registro de todas las actividades que se realicen en la plantación, así como, garantizar la rastreabilidad de los alimentos durante las etapas involucradas en su producción (Díaz 2008)

La rastreabilidad es la capacidad de rastrear un alimento desde su cultivo hasta el consumidor por medio de un sistema de identificación único. Este sistema de identificación debe ser establecido para cada sector o lote dentro de la plantación. Debe consistir en una señal

física que facilite la identificación visual del sector o lote. Esta identificación es utilizada en el mantenimiento de registros y la documentación de las actividades agrícolas que se realicen en cada sector o lote en específico.

Posteriormente, se recomienda mantener registros actualizados de las diferentes labores que se realizan en la plantación. A continuación, se provee una lista de algunos registros sugeridos:

Material vegetativo: Registro del material de propagación que se adquiere o se produce en la plantación.

Ingresos y egresos: Para el manejo del inventario de ingresos y salida de insumos (ej. Fertilizantes, agroquímicos, materiales para la cosecha o mantenimiento de la plantación).

Análisis de suelo y foliar: Útiles para determinar necesidad de uso de fertilizantes o aplicación de enmiendas.



Análisis de agua: De esta forma se puede verificar el uso de agua potable para riego y poscosecha.

Uso de enmiendas: Incluir fecha de aplicación, dosis, identificación del lote o sector y responsable.

Riego: Incluir fecha de riego y revisiones realizadas al sistema de riego.

Labores en la plantación: Incluir el responsable, la fecha y el tipo de labores que se llevaron a cabo.

Cosecha: Se debe llevar un registro de los trabajadores encargados de cosecha, fecha de cosecha, identificación del lote o sector y el responsable de la limpieza

y mantenimiento del equipo de cosecha.

Producción: Cantidad de fruta cosechada y desechada, calidad o clase, responsable y lote o sector en donde se colectó.

Manejo de plagas y enfermedades: Mantener un registro de las plagas o enfermedades observadas en la plantación, fecha, identificación del lote o sector, manejo dado y responsable.

Uso de fungicidas o insecticidas biológicos: incluir fecha de aplicación, dosis, identificación del lote o sector y responsable.

REFERENCIAS

- Anderson, EF. 2001. The cactus family. Portland, OR, Timber Press. 15-72 p.
- Andrade, JL; Rengifo, E; Ricalde, F; Simá, L; Cervera, C; Vargas-Soto, G. 2006. Microambientes de luz, crecimiento y fotosíntesis de la pitahaya (*Hylocereus undatus*) en un agrosistema de Yucatán, México. *Agrociencia* 40:687-697.
- Badilla Fernández, F. 2002. Un programa exitoso de control biológico de insectos plaga de la caña de azúcar en Costa Rica. *Manejo Integrado de Plagas y Agroecología (Costa Rica)* (64):77-87.
- Barceñas-Abogado, P; Olivera Flores, T de J; Tijerina Chavez, L; Larque Saavedra, A. 2002. Características agronómicas de la pitahaya (*Hylocereus* spp). 1 ed. México, Casa abierta al tiempo. Universidad Autónoma Metropolitana.
- Bastos, DC; Pio, R; Scarpore Filho, JA; Libardi, MN; Almeida, LFP de; Galuchi, TPD; Bakker, ST. 2006. Propagação da Pitaya «vermelha» por estaquia. *Ciência e Agrotecnologia* 30(6):1106-1109. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1413-70542006000600009>.
- Bulgarelli, J; Chinchilla, C; Oeslchlager, C. 1998. Incidencia del anillo rojo/hoja pequeña y población de *Metamasius hemipterus* en palma aceitera en Costa Rica. *ASD Oil Palm papers* (18):17-24.
- Cantillano Espinoza, E. 2018. *Maracayia chlorialis* (Crambidae) (en línea, sitio web). Consultado 31 mayo 2020.
- Chang, P-T; Hsieh, C-C; Jiang, Y-L. 2016. Responses of 'Shih Huo Chuan' pitaya (*Hylocereus polyrhizus* (Weber) Britt. & Rose) to different degrees of shading nets. *Scientia Horticulturae* 198:154-162. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2015.11.024>.

Crane, JH; Balerdi, CF. 2019. Pitaya (Dragonfruit) Growing in the Florida Home Landscape. s.l., Horticultural Sciences Department, UF/IFAS Extension.

Díaz, A. 2008. Buenas prácticas agrícolas guía para pequeños y medianos agroempresarios. Tegucigalpa, IICA.

Díaz, JU. 2005. Biología y manejo postcosecha de pitahaya roja y amarilla (*Hylocereus* spp, y *Selenicereus* spp). La calera (6).

El Obeidy, AA. 2006. Mass propagation of pitaya (dragon fruit). Fruits 61(5):313-319. DOI: <https://doi.org/10.1051/fruits:2006030>.

Esquivel, P; Stintzing, FC; Carle, R. 2007a. Comparison of morphological and chemical fruit traits from different pitaya genotypes (*Hylocereus* sp.) grown in Costa Rica. Journal of Applied Botany and Food Quality 81:7-14.

Esquivel, P; Stintzing, FC; Carle, R. 2007b. Fruit characteristics during growth and ripening of different *Hylocereus* Genotypes. European Journal of Horticultural Science 72(5):231-238.

Fernandes, DR; Moreira, RA; Cruz, M do CM da; Rabelo, JM; Oliveira, J de; Fernandes, DR; Moreira, RA; Cruz, M do CM da; Rabelo, JM; Oliveira, J de. 2018. Improvement of production and fruit quality of pitayas with potassium fertilization. Acta Scientiarum. Agronomy 40. DOI: <https://doi.org/10.4025/actasciagron.v40i1.35290>.

Galvão, EC; Ramos, JD; Pio, LAS; Laredo, RR; Silva, FO dos R; Miranda, JM de S. 2016. Substratos e ácido indol-3-butírico na produção de mudas de pitaia vermelha de polpa branca. Revista Ceres 63(6):860-867. DOI: <https://doi.org/10.1590/0034-737x201663060016>.

García Barquero, ME; Quirós-Madrigal, O. 2011. Análisis del comportamiento de mercado de la pitahaya (*Hylocereus undatus*) en Costa Rica. Revista tecnología en marcha 23(2):14-24.

García-Rubio, LA; Vargas Ponce, O; Ramírez-Mireles, FDJ; Munguía-Lino, G; Corona-Oceguera, CA; Cruz-Hernández, T. 2015. Distribución geográfica de *Hylocereus* (Cactaceae) en México. *Botanical Sciences* 93(4):921. DOI: <https://doi.org/10.17129/botsci.282>.

Gunasena, HPM; Pushpakumara, DKN; Kariyawasam, M. 2006. Underutilized fruit trees in Sri Lanka. In *World Agroforestry Centre (ICRAF), C (Sri L (ed.))*. New Delhi, India, s.e. p. 110-141.

Hernández Pridybailo, A; Vargas, E; Chacón Ordóñez, T; Jiménez, VM. 2019. Recopilación de experiencias para la propagación de pitahaya (*Hylocereus* spp.) por medio de esquejes. s.l., Centro para Investigaciones en Granos y Semillas (CIGRAS), UCR.

Hua, Q; Chen, P; Liu, W; Ma, Y; Liang, R; Wang, L; Wang, Z; Hu, G; Qin, Y. 2015. A protocol for rapid in vitro propagation of genetically diverse pitaya. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture (PCTOC)* 120(2):741-745. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11240-014-0643-9>.

Jiménez Martínez, E. 2016. Plagas de cultivo. 1 ed. Managua, Nicaragua, Universidad Nacional Agraria. 235 p.

Kishore, K. 2016. Phenological growth stages of dragon fruit (*Hylocereus undatus*) according to the extended BBCH-scale. *Scientia Horticulturae* 213:294-302. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2016.10.047>.

Le Bellec, F; Vaillant, F. 2011. Pitahaya (pitaya) (*Hylocereus* spp.). In Yahia, EM (ed.). Oxford, Filadelfia, Woodhead Pub. p. 247-271.

Le Bellec, F; Vaillant, F; Imbert, E. 2006. Pitahaya (*Hylocereus* spp.): a new fruit crop, a market with a future. *Fruits* 61(4):237-250. DOI: <https://doi.org/10.1051/fruits:2006021>.

Lim, TK. 2012. *Hylocereus undatus*. Dordrecht, Springer Netherlands. p. 650-655 DOI: https://doi.org/10.1007/978-90-481-8661-7_92.

López Díaz, H; Guido-Miranda, A. 2014. Guía Tecnológica 6 Cultivo de la Pitahaya. Obregón O., H (ed.). s.l., División de Servicios de Apoyo (DSA). Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria (INTA).

López-Turcios, O; Guido-Miranda, A. 2016. Evaluación de dosis de nitrógeno y fósforo en el cultivo de pitahaya (*Hylocereus undatus*). *Agronomía Mesoamericana* 9(1):66. DOI: <https://doi.org/10.15517/am.v9i1.24635>.

Marques, VB; Moreira, RA; Ramos, JD; Araújo, NA de; Silva, FO dos R. 2011. Fenología reproductiva de pitaia vermelha no município de Lavras, MG. *Ciência Rural* 41(6):984-987. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0103-84782011005000071>.

Masyahit, M; Sijam, K; Awang, Y; Ghazali, M; Satar, M. 2009. First report on bacterial soft rot disease on dragon fruit (*Hylocereus* spp.) Caused by *Enterobacter cloacae* in Peninsular Malaysia. *International Journal of Agriculture and Biology* 11(6):1560-8530.

Méndez Hernández, C; Coello Torres, Á. 2016. El cultivo de la pitaya. Tenerife, España, Gráficas Sabater. 90 p.

Merten, S. 2003. A review of *Hylocereus* production in the United States. *Journal of the Professional Association for Cactus Development* 1:98-105.

Mizrahi, Y. 2015. Thirty-one years of research and development in the vine cacti pitaya in Israel. *Improving Pitaya Production and Marketing* :1-18.

Mizrahi, Y. 2014. Vine-cacti pitayas: the new crops of the world. *Revista Brasileira de Fruticultura* 36(1):124-138. DOI: <https://doi.org/10.1590/0100-2945-452/13>.

Mizrahi, Y; Nerd, A. 1999. Climbing and columnar cacti: new arid land fruit crops. *In Janick, J (ed.)*. Alexandria, VA, American Society for Horticultural Sciences Press. p. 358-366.

Monge Muñoz, M. 2018. Guía para la identificación de las principales plagas y enfermedades en el cultivo de piña. s.l., s.e.

Nerd, A; Mizrahi, Y. 1997. Reproductive biology of cactus fruit crops. Horticultural Reviews 18:321-346.

Nerd, A; Sitrit, Y; Kaushik, RA; Mizrahi, Y. 2002. High summer temperatures inhibit flowering in vine pitaya crops (*Hylocereus* spp.). Scientia Horticulturae 96(1-4):343-350. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0304-4238\(02\)00093-6](https://doi.org/10.1016/S0304-4238(02)00093-6).

Nobel, PS; De la Barrera, E. 2002. Stem water relations and net CO₂ uptake for a hemiepiphytic cactus during short-term drought. Environmental and Experimental Botany 48(2):129-137. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0098-8472\(02\)00016-3](https://doi.org/10.1016/S0098-8472(02)00016-3).

Ortiz-Hernández, YD; Carillo-Salazar, JA. 2012. Pitahaya (*Hylocereus* spp.): a short review. Comunicata Scientiae 3(4):220-237.

Osuna-Enciso, T; Valdez-Torres, JB; Sañudo-Barajas, JA; Muy-Rangel, MD; Hernández-Verdugo, S; Villarreal-Romero, M; Osuna-Rodríguez, JM; Osuna-Enciso, T; Valdez-Torres, JB; Sañudo-Barajas, JA; Muy-Rangel, MD;

Hernández-Verdugo, S; Villarreal-Romero, M; Osuna-Rodríguez, JM. 2016. Reproductive phenology, yield and fruit quality of pitahaya (*Hylocereus undatus* (how.) Britton and Rose) in Culiacan valley, Sinaloa, Mexico. Agrociencia 50(1):61-78.

Paull, RE; Jung Chen, N. (2019). Overall dragon fruit production and global marketing (en línea). s.l., Food and Fertilizer Technology Center for The Asian and Pacific Region. Consultado 6 jun. 2020. Disponible en http://ap.fftc.agnet.org/ap_db.php?id=1036.

Pontes Filho, FST; Almeida, EIB; Barroso, MMA; Cajazeira, JP; Corrêa, MC de M. 2014. Comprimento de estacas e concentrações de ácido indolbutírico (AIB) na propagação vegetativa de pitaia. Revista Ciência Agronômica 45(4):788-793. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1806-66902014000400017>.

Rabelo, JM; Cruz, M do CM; Santos, NC; Alves, DDA; Lima, JE; Silva, EDB. 2020. Increase of nutrients export and production of pitaya whit potassium fertilization. *Comunicata Scientiae* 11:e3276. DOI: <https://doi.org/10.14295/cs.v11i0.3276>.

Raveh, E; Nerd, A; Mizrahi, Y. 1998. Responses of two hemiepiphytic fruit crop cacti to different degrees of shade. *Scientia Horticulturae* 73(2-3):151-164. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0304-4238\(97\)00134-9](https://doi.org/10.1016/S0304-4238(97)00134-9).

Rebolledo Martínez, A; del ángel Pérez, AL; Becerra Leor, E; Rosas González, X; Zetina Lezama, R. 2009. Frutales tropicales no tradicionales para Veracruz. Veracruz, México, INIFAP, (Folleto técnico Núm. 45). 110 p.

Retana Sánchez, K; Blanco Meneses, M; Castro Zúñiga, O. 2018. Etiología del cáncer del tallo provocado por *Neoscytalidium dimidiatum* (Penz) en *Hylocereus costaricensis*, en Costa Rica. *Agronomía Costarricense* 43(1):21-33.

Retana Sánchez, K; Castro Zúñiga, O; Blanco Meneses, M. 2019a. Determinación de la presencia de cristales de oxalato de calcio asociados a la enfermedad abiótica conocida como “Mancha Blanca” en *Hylocereus costaricensis*. *Agronomía Costarricense* . DOI: <https://doi.org/10.15517/rac.v43i2.37950>.

Retana Sánchez, K; Castro Zúñiga, O; Blanco Meneses, M; Quesada González, A. 2019b. Etiología de las pudriciones en el tallo de *Hylocereus costaricensis*, provocadas por *Enterobacter hormaechei*, en Costa Rica. *Agronomía Costarricense* . DOI: <https://doi.org/10.15517/rac.v43i2.37949>.

Rivas Rossi, M. 1998. *Cactáceas de Costa Rica*. 1. ed. San José, Costa Rica, Editorial Universidad Estatal a Distancia. 79 p.

Vaillant, F; Perez, A; Davila, I; Dornier, M; Reynes, M. 2005. Colorant and antioxidant properties of red-purple pitahaya (*Hylocereus* sp.). *Fruits* 60(1):3-12. DOI: <https://doi.org/10.1051/fruits:2005007>.

Valencia-Botín, AJ; Cruz-Hernández, P; Rodríguez Canto, A. 2003. Avances en la etiología y manejo de la pudrición blanda de tallos de pitahaya, *Hylocereus undatus* h. (Cactaceae). Fitosanidad 7(2):11-17.

Valencia-Botín, AJ; Kokubu, H; Ortiz-Hernández, YD. 2013. A brief overview on pitahaya (*Hylocereus* spp.) diseases. Australasian Plant Pathology 42(4):437-440. DOI: <https://doi.org/10.1007/s13313-012-0193-8>.

Vargas-Santiago, G. 2003. Vegetative propagation of *Hylocereus undatus* and its relationship with substrate and IBA. Cactaceas-succulentas-Mexicanas 48(4):111-117.

Viñas, M; Fernández-Brenes, M; Azofeifa, A; Jiménez, VM. 2012. In vitro propagation of purple pitahaya (*Hylocereus costaricensis* [F.A.C. Weber] Britton & Rose) cv. Cebrá. In Vitro Cellular & Developmental Biology - Plant 48(5):469-477. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11627-012-9439-y>.

Wright, ER; Rivera, MC; Ghirlanda, A; Lori, GA. 2007. Basal rot of *Hylocereus undatus* caused by *Fusarium oxysporum* in Buenos Aires, Argentina. Plant Disease 91(3):323-323. DOI: <https://doi.org/10.1094/PDIS-91-3-0323A>.

Zumbado Arrieta, M, A; Azofeifa Jiménez, D. 2018. Insectos de impacto agrícola. Guía Básica de Entomología. Heredia, Costa Rica, Programa Nacional de Agricultura Orgánica (PNAO). 204 p.



NOTAS



SIEMBRA DE PITAHAYA • MANUAL TÉCNICO

