



Revisión bibliográfica PITAHAYA (*Hylocereus* spp.) UN RECURSO FITOGENÉTICO CON HISTORIA Y FUTURO PARA EL TRÓPICO SECO MEXICANO

Review

Pitahaya (*Hylocereus* spp.) a fitogenetic resource with an history and future for the dry tropic of Mexico

Josefina A. Montesinos Cruz¹, Luis Rodríguez-Larramendi²,
Rodobaldo Ortiz-Pérez³, María de los Á. Fonseca-Flores⁴,
Giovanni Ruíz Herrera¹ y Francisco Guevara-Hernández⁵✉

ABSTRACT. Some aspects regarding with cropping of pitahaya in Mexico are described. The review shows mostly the importance of this culture, aspects like crop distribution and perspectives, because its marketing potentiality and adaptation capacity to adverse environments mainly to humidity deficit on the soil. Pitahaya fruits have a high market price at national and international markets. However it is noticeable the scarce number of researches about the optimum period for fruit harvest and the sustainable agro technical management in order to obtain a product with the better organoleptic properties for the commercialization with better prices for the producer.

RESUMEN. Se describen algunos aspectos relacionados con el cultivo de la pitahaya en México. La revisión enfatiza en la importancia de este cultivo, así como su distribución y perspectivas, debido a sus potencialidades para la comercialización y capacidad de aclimatación a ambientes adversos, sobre todo al déficit de humedad en el suelo. Los frutos de la pitahaya se comercializan a altos precios, tanto en mercados locales como internacionales; sin embargo, son escasas las investigaciones sobre su manejo agrotécnico sostenible, sobre todo las relacionadas con el momento óptimo para la cosecha, que permita obtener un producto con mejores propiedades organolépticas para su comercialización a precios ventajosos para el productor.

Key words: acclimatization, marketing, crop

Palabras clave: aclimatación, comercialización, cultivo

INTRODUCCIÓN

Las cactáceas pertenecen al orden Cariophyllales, donde comparten con otras familias la presencia de betalaínas (1); son originarias del continente americano y aunque sus 1500 a 2000 especies se distribuyen desde Canadá hasta la Patagonia, en México se encuentran entre 550 y 900 en las que se tiene un 79 % de endemismos (2).

Existen alrededor de 35 especies que tienen potencial como cultivo para la obtención de

frutos, hortaliza fresca o forraje (3), pertenecientes principalmente a los géneros *Hylocereus*, *Selenicereus*, *Cereus*, *Leptocereus*, *Escontria*, *Myrtilloactos*, *Stenocereus* y *Opuntia*. El género *Hylocereus* con 16 especies reconocidas es el cactus trepador de mayor distribución a nivel mundial (4), presentando gran polimorfismo en el ADN, lo que implica encontrar una gran variación de tipos que probablemente corresponden a una misma especie. Se distribuye geográficamente en forma amplia

¹ Estudiante MCPAT. Universidad Autónoma de Chiapas, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México.

² Profesor-Investigador. Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas, Sede Villacorzo, Chiapas.

³ Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA), gaveta postal 1, San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba. CP 32700.

⁴ Investigador. Red de Estudios para el Desarrollo Rural A.C. Villacorzo, Chiapas.

⁵ Profesor-Investigador. Universidad Autónoma de Chiapas, Villaflores, Chiapas, México.

✉ francisco.guevara@unach.mx

en sitios donde las condiciones ecológicas son limitantes, lo cual representa un serio peligro para su sobrevivencia por diversas causas de origen natural y antropológico (4). El origen de este género se atribuye a las regiones boscosas del trópico y subtropico de México, centro y Sur América (5).

Las especies *H. undatus*, *H. polyrhizus*, *H. costaricensis*, *H. triangularis* y *H. purpusii*, tradicionalmente conocidas como pitahaya roja, son cultivadas principalmente en Centro América e Israel (1), en tanto que la pitahaya amarilla *Selenicereus* spp., con 20 especies (6), se encuentra distribuida en Bolivia, Perú, Ecuador, Colombia y Venezuela^A.

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 (7). Las semillas son empleadas como probióticos, por su contenido de oligosacáridos, las cuales pueden constituir un ingrediente importante en alimentos funcionales y productos nutraceuticos (8).

En esta revisión se presenta información sobre algunas características del cultivo de la pitahaya (*Hylocereus* spp.), tanto desde el punto de vista botánico, como de su manejo, principalmente en lo relacionado con la cosecha y la poscosecha; así como con su potencial industrial y las perspectivas de su producción y comercialización, basadas en la constante actualización con los conocimientos generados por las diferentes investigaciones sobre este cultivo.

Se pretende de esta manera contribuir a la valoración de este cultivo y a su conservación; considerando las características

adaptativas que presenta este género a condiciones de sequía y aridez y sus ventajas para un manejo sostenible, tanto de pequeñas como de grandes extensiones de cultivo, en diferentes estructuras productivas.

IMPORTANCIA Y DISTRIBUCIÓN EN MÉXICO

La pitahaya es una cactácea que se ha aclimatado a los diferentes ambientes de México y de algunos países de Centroamérica (9). *H. undatus*, *H. purpusii* y *H. ocamponis*, se distribuyen en los estados de Quintana Roo, Yucatán, Tabasco, Veracruz, Guerrero, Querétaro, Estado de México, Puebla, Oaxaca, Michoacán, Jalisco, San Luis Potosí, Colima y Sinaloa (10, 11, 12, 13). De las 31 especies reconocidas sólo estas tres se han registrado en México (14). La especie *H. undatus* se encuentra en forma silvestre en todos estos estados.

México es el centro de origen de algunas especies de cactáceas, muy utilizadas por sus características como plantas de ornato y, a la vez, como una fuente importante de alimento, así como para otros usos como: cercos vivos, medicinales y otros. Su cultivo es una actividad económica redituable en regiones rurales donde las condiciones climáticas y edáficas no son favorables para otros cultivos, debido a la escasez de agua y a las características edáficas de pedregosidad y baja capacidad nutrimental. Dentro de las cactáceas con gran potencial productivo y económico se encuentra el género *Hylocereus*, el cual agrupa especies que presentan diversos hábitos de crecimiento y tienen frutos que se conocen comúnmente como pitahayas.

La especie *H. undatus* tiene una gran importancia económica en México, sus frutos son muy

apreciados por su apariencia y sabor; además son fácilmente comercializados en mercados locales, regionales y se incrementa su comercio en el mercado nacional y extranjero (15). Esta planta se puede aprovechar íntegramente y si bien se destaca por la importancia económica de sus frutos (16), también se aprovechan los tallos jóvenes como alimento. El estado de Yucatán en México es el principal productor de este fruto con rendimientos moderados (17).

CARACTERÍSTICAS BOTÁNICAS

La pitahaya es una planta perenne, trepadora, epífita que crece comúnmente sobre árboles y piedras, debido a que no puede sostenerse por sí misma (18).

Dentro del género *Hylocereus*, la especie *H. undatus*, es la más estudiada, por su amplia variación morfológica, fisiológica y genética (19). Se han realizado investigaciones con *H. undatus*, *H. ocamponis* y *H. purpusii*, mostrando que las tres especies presentan elementos de vaso con placas de perforación simple y punteaduras alternas, fibras libriformes, parénquima paratraqueal escaso y radios heterogéneos. La madera es mesomórfica, con variaciones solo en la longitud de elemento del vaso y el ancho de los radios. Actualmente no se cuenta con suficientes descripciones anatómicas que permitan apoyar el reconocimiento de las especies del género *Hylocereus* presentes en México y su distribución (20).

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)^B.

^A Caetano, C. Identificación de los recursos genéticos y fitoquímicos de pitahaya amarilla en Colombia, [117-2]. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural MADR, Asofocol y UNAL Palmira, Colombia, 2010, 51 p.

Las flores son hermafroditas y actinomorfas, 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 (21), fundamentalmente murciélagos en el caso de las pitahayas rojas (22); abren solamente en una ocasión en la noche, 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 infero con numerosos carpelos soldados y unilocular (cubierto de acúleos en el caso de *Selenicereus*) 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 (23).

El fruto es una baya globosa o subglobosa (dehiscente en *Hylocereus* e indehiscente en *Selenicereus*), mide en promedio de 8 a 15 cm de largo y de 6 a 10 cm de diámetro, su pericarpelo es de color rojo o amarillo^B.

GERMINACIÓN

El período para el inicio de la germinación es diferente entre las especies de pitahaya. En estudios de este parámetro se observaron diferencias estadísticamente significativas, para dos especies,

indicando que la germinación inicia en el día dos y termina en el día nueve para *S. megalanthus* y desde el día cuatro hasta el siete en *H. polyrhizus*; el mayor número de semillas germinadas se presenta en los días cuatro y cinco, con los mayores valores para la especie roja^B.

Las semillas con mayor tiempo de extracción del fruto, presentan menores porcentaje de germinación, así en las semillas con un día de extracción del fruto este valor puede disminuir de 75,7 a 7,2 % para un lote almacenado durante 30 días. La diferencia entre los lotes de 30 y 90 días, puede ser de 0,7 %^C.

Bajo condiciones diferentes de temperatura la germinación de las semillas de pitahaya, disminuye gradualmente y varía con las especies; en *H. undatus* y *H. polyrhizus* del 92 al 67 % y del 96 al 99 %, respectivamente; en *Hylocereus* ssp. la disminución a los seis meses, es del 20 %, y no se produce germinación al séptimo mes^B.

VARIABILIDAD GENÉTICA

En estudios de la variabilidad genética con marcadores RAPD (Polimorfismos en el ADN Amplificados al Azar) en 50 colectas de pitahaya (*Hylocereus undatus* Haworth, Britton y Rose) provenientes de nueve estados de México y una colecta de Colombia, que se incluyó como testigo, se detectó alta variabilidad (polimorfismo entre colectas de 92,5 %) en las poblaciones de esta especie y un grupo de materiales procedente de tres estados que difiere del resto de las colectas en su genotipo RAPD, lo que sugiere que en México existe variabilidad

genética endémica y que puede considerarse como uno de los varios centros de diversidad de *H. undatus* (4).

La demanda creciente de la pitahaya ha propiciado una rápida pérdida de diversidad, debido a la recolecta de material silvestre en forma desmedida. Esta práctica exige establecer un equilibrio entre el aprovechamiento y la conservación, lo cual implica la definición de estrategias que involucren aspectos ecológicos, tecnológicos y socioeconómicos específicos para cada región, sobre todo ante la falta entre los productores, de materiales genéticos seleccionados y de prácticas de manejo bien establecidas^A que les permitan obtener rentabilidad en sus cultivos y, por consiguiente, elevar su calidad de vida.

Por otra parte, es notable el profundo conocimiento morfológico de los pitayeros de Tianguistengo, estado de Oaxaca, México, el cual se manifiesta en el desarrollo de una clasificación y nomenclatura propias, de acuerdo con criterios de selección tradicionales y diversos, basados principalmente en caracteres de fruto y tallo de más de 25 cultivares (24).

ADAPTABILIDAD A FACTORES ADVERSOS

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 (25).

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

^B Suárez, R. R. S. Evaluación de métodos de propagación en pitahaya amarilla *Selenicereus megalanthus* (Haw.) Britt and Rose y pitahaya roja *Hylocereus polyrhizus* (Haw.) Britt and Rose [en línea] [Tesis de Maestría]. Universidad Nacional de Colombia Sede Palmira, Colombia, 2011, 280 p., [Consultado: 9 de noviembre de 2015], Disponible en: <<http://www.bdigital.unal.edu.co/4471/>>.

^C Manzano, E. Efecto de la luz y el agua en la germinación y fotosíntesis del cacto epífita *Rhipsalis baccifera* (J. S. Miller) Stearn del bosque nublado [Tesis de Maestría], Instituto de Geología, Xalapa, Veracruz, México, 2008.

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^C.

El estudio de plantas de pitahaya (*Hylocereus undatus*) de pulpa blanca y roja colectadas en el valle de Tehuacán, Puebla y sometidas a valores de salinidad sulfático-clorhídrica de 2,5, 5 y 10 dS m⁻¹, demostró que no existen efectos directos en la producción de raíces y brotes de la planta debido a la salinidad, por lo que se hace evidente la tolerancia de esta especie vegetal a la salinidad sulfático-clorhídrica (26).

LIMITANTES

A pesar del incremento en la superficie cultivada de esta planta en varios lugares del mundo, se ha estudiado poco sobre algunas limitantes de su desarrollo. Actualmente Nicaragua ocupa la vanguardia mundial en cuanto a superficie cultivada con 560 hectáreas (27). La península de Yucatán es la región mexicana con más superficie cultivada; se estiman más de 300 hectáreas en producción (27). Desde entonces el estado de Yucatán sobresale como productor de pitahaya^D. *H. undatus* por su adaptabilidad se cultiva en diferentes países de América, Asia, Medio Oriente y países tropicales y subtropicales del mundo^E.

En México, algunos estudios etiológicos sobre la enfermedad ojo de pescado, causada por *Botryosphaeria dothidea*, han permitido identificar a tiempo los síntomas y el método de control^F. La pudrición blanda de los tallos de la pitahaya (*Hylocereus undatus*) es otra enfermedad, que está presente en los municipios de Halachó, Santo Domingo Maxcanú, Sinanché, Kinchil, Dzidzantún en el estado de Yucatán, zonas altas productoras de las especies *H. undatus* y *H. purpusii*. En estas zonas la enfermedad se ha encontrado asociada con dos bacterias, las cuales inducen la pudrición a partir de los 15 días de su presencia en el cultivo. La especie *undatus* es la más susceptible, debido a la deficiencia de Ca y N, lo que favorece el desarrollo del patógeno. De forma general la severidad de esta afección en plantas de pitahaya se asocia con deficiencias nutricionales (28).

La antracnosis (*Colletotrichum gloeosporoides*) con una incidencia del 16,6 %, pudrición basal (*Fusarium oxysporum*) con 29,3 %, daño por fumagina (*Cladosporium*) 34,2 %, marchitez (*F. oxysporum*) con 36,6 %, pudriciones en penca (*F. oxysporum*) con 47,5 % y roña de la fruta con 48 %, fueron reportadas como las enfermedades más importantes en algunas zonas del país^G.

Respecto a los principales problemas ocasionados por insectos-plaga, la literatura reconoce, como los más frecuentes, las chinches patas de hoja, conocidas en Yucatán

como "x'kisay" (*Leptoglossus phyllopus*, *L. zonatus* y *L. gonagra*), el barrenador de tallos y frutos (Lepidoptera, Pyralidae), el minador de tallos (Lepidoptera, Gracilaridae), *Ceratitiscapitata* y *Anastrephaludens*; las hormigas arrieras o cortadoras (*Acromyrmexocto espinosus*) y las hormigas de fuego (*Solenopsis geminata*), los cuales se combaten principalmente con productos químicos. Para la pitahaya amarilla en Colombia, es escasa la presencia de estos agentes^B.

PROPAGACIÓN

En la pitahaya, la principal forma de propagación es vegetativa, a partir de los tallos, esquejes o cladodios, de manera natural a través de la separación de los tallos y en el caso de plantas cultivadas, mediante trasplante directo en el terreno definitivo o su colocación en bolsas con sustrato hasta la formación de nuevos tallos. También se utiliza el injerto a partir de vástagos y patrones seleccionados (5, 29, 30).

Las pitahayas también se reproducen por medio de semillas, diseminadas por aves y otros animales; fundamentalmente murciélagos en el caso de las pitahayas rojas (31); no obstante, para fines de cultivo, la propagación sexual no es recomendable, ya que las plantas requieren demasiados cuidados en tanto se trasplantan y tardan de cuatro a seis años en llegar a su etapa reproductiva (5), pero sí es muy utilizada en la investigación científica (30).

La propagación por estacas de *H. undatus* utilizando soluciones nutritivas con tres tipos de sustratos (arena, fibra de coco y lombricomposta), no mostraron efecto sobre la longitud de las raíces, ni en su número, pero sí en el número de brotes formados. El sustrato a base de la fibra de coco, influyó en un incremento en el número de raíces y de brotes^H.

^D Secretaría de Agricultura y Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Anuario estadístico de la producción agrícola [en línea]. 2010, [Consultado: 9 de noviembre de 2015], Disponible en: <http://infosiap.siap.gob.mx/aagricola_siap/icultivo/index.jsp>.

^E Meraz, A.; Gómez, C. y Schwentesius, R. "Pitahaya de México, producción y comercialización en el contexto internacional". En: Pitayas y Pitahayas, edit. Universidad Autónoma Chapingo, Chapingo, México, 2003, pp. 99-116.

^F Valencia, B. A. J. Etiología de la enfermedad ojo de pescado en pitahaya (*Hylocereus undatus* H.) [Tesis de Maestría]. Colegio de Postgraduados de Montecillo, Montecillo, México, 2002, 110 p.

^G Araujo, L. y Medina, O. Reconocimiento de patógenos asociados al cultivo de pitahaya amarilla (*Selenicereus megalanthus* Haw.) en el departamento del Valle del Cauca [Tesis de Grado]. Universidad Popular del Cesár, Valledupar, 2008, 148 p.

El crecimiento de las estacas de pitahaya está altamente influenciado por la disponibilidad de agua y la intensidad lumínica; así, el efecto del sombrero en épocas lluviosas y secas, para *H. undatus* provoca mayor elongación con intensidades lumínicas intermedias (36 y 48 % flujo de fotones fotosintéticos); con más agua en el suelo, la tasa de elongación de los tallos también se incrementó (32).

En la actualidad la propagación *in vitro* de algunas especies de pitahayas como *H. purpusii*, que se encuentra en peligro de extinción, ha tenido éxito de hasta el 90 % de germinación (33); convirtiéndose este método de propagación en una alternativa para asegurar la existencia de algunas especies de pitahaya en riesgo de desaparecer.

MADURACIÓN Y 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. Todos estos factores contribuyen a que las propiedades organolépticas del fruto de pitahaya tengan mayor aceptación a los 29-31 días de maduración, en general, para los diferentes mercados (34).

Estudios realizados en Israel (35) y Vietnam (36) mostraron que la cosecha del fruto de *Hylocereus*

undatus se efectúa cuando estos adquieren el color rojo entre los 28 y 30 días después de antesis. Resultados similares se lograron en un estudio sensorial, donde los frutos más aceptados se cosecharon entre los 25 y 31 días después de la antesis (34). En California, EEUU., la maduración de las pitahayas ocurre entre 40 y 45 días después de la floración, tiempo en que los frutos alcanzaron el nivel máximo de sólidos solubles totales (13 a 16 °Brix) (37). En general, se señala que el desarrollo del color de los frutos se relaciona con su contenido de sólidos solubles totales.

En cuanto al color rojo del fruto de *Hylocereus*, este se debe a las betalainas (38). Por otra parte, existe una correlación significativa negativa entre valores de °Hue (ángulo de matiz) (39) y el contenido total de betacianinas de cáscara y fruto de *H. polyrhizus*, las cuales brindan tonalidades rojas y se forman por condensación de una estructura ciclo-DOPA (dihidroxifenilalanina) con el ácido betalámico, con un drástico incremento de 90 y 65 %, respectivamente, entre los 25 y los 30 días después de la antesis (40), mientras que se requieren valores menores o iguales a 30 °Hue para que las pitahayas se comercialicen (36).

La relación entre algunos síntomas de deterioro y la actividad de enzimas vinculadas, tanto con el pardeamiento (color pardo del fruto relacionado con la acción de la polifenoloxidasas), como con el sistema antioxidante en frutos de pitahaya, muestra relación directa con la actividad de POD (actividad de peroxidasa) y PFO (actividad de polifenoloxidasas). La máxima actividad de CAT (actividad de catalasa) observada en el climaterio responde al balance adecuado con la alta producción de H₂O₂ esperada en ese momento (41).

POSCOSECHA

El color de la cáscara es variable durante el almacenamiento y entre los estados de madurez (inicial, media y completa), presentándose valores de ángulo de matiz que disminuyen gradualmente desde los colores rojo-naranja, rojo y rojo morado (41).

Los frutos de pitahaya cosechados en madurez media y completa, mantienen mejores características del color de la cáscara y en el nivel de sólidos solubles totales durante 12 días de almacenamiento (20 ± 2 °C), que los frutos cosechados en madurez inicial. Sin embargo, la rápida disminución de la acidez afecta su calidad. Por otra parte, los frutos cosechados en madurez inicial conservan los mayores niveles de firmeza, acidez y vitamina C y mejor relación °Brix/acidez, hasta el día 10 de almacenamiento (39).

Los frutos cosechados con un 70-100 % de color, se pueden mantener a temperatura ambiente, entre seis a ocho días de vida útil con los parámetros de calidad requeridos (AT, 0,24 %; menor o igual a 30 °Hue; relación Brix/AT, menor de 40, pérdida de peso menor de 5 %) y entre 10 y 12 días en condiciones con aire acondicionado a 20 + -2 °C. La permanencia superior, aún bajo estas condiciones se deteriora la calidad interna del fruto, afectando su consistencia, producto del ablandamiento de la pulpa de pitahaya que se relaciona con un incremento en la actividad de la enzima pectinmetilesterasa durante la maduración y a la disolución de la lámina media de sus tejidos, aunque su apariencia externa se mantiene (42) y su aceptación para el mercado en general.

En cuanto a la firmeza, acidez titulable (AT), sólidos solubles totales (SST) y vitamina C, se informan disminuciones durante el almacenamiento. La firmeza se mantuvo más alta en

[†] Cerqueda, R. H. Propagación sexual y asexual de la pitahaya (*Hylocereus* spp.) [Tesis de Maestría]. Instituto Politécnico Nacional. Centro interdisciplinario de investigación y desarrollo integral regional. Unidad-Oaxaca, Oaxaca, México, 2010, 62 p.

frutos de madurez inicial. La AT disminuyó alrededor de 80 % en los frutos de los tres estados de madurez, pero fue más alta en los cosechados con madurez inicial. Los SST tuvieron un descenso significativo ($P \leq 0,05$) con valores °Brix más altos en frutos con madurez media y completa que en madurez inicial (39). Se ha encontrado una estrecha relación entre el desarrollo de color y el incremento de SST, donde frutos con 20 días de desarrollo registraron 4,6 °Brix mientras que con 31 días alcanzaron 12,6 °Brix (34).

El contenido de vitamina C se relaciona con la calidad de los frutos y disminuye durante el almacenamiento de las pitahayas. Es mayor en los frutos cosechados en madurez inicial, y existen diferencias entre los frutos cosechados con madurez media y completa. Se registran descensos de vitamina C durante la maduración del fruto de *H. undatus*; cuando se cosecha 20 días después de la floración, con valores de 14,7 mg 100 g⁻¹ y a los 31 días de 9,6 mg 100 g⁻¹ (24).

La viabilidad y el potencial de almacenamiento dependen también de la variación en la tolerancia de las semillas a la desecación, la cual puede ser atribuida a características intrínsecas de la planta y las condiciones ambientales (43). Contenidos de humedad entre 6 y 15 % permiten prever el potencial de las semillas para someterlas a pruebas de desecación con fines de almacenamiento (34).

El proceso de conservación mínimo del fruto de pitahaya (*Hylocereus undatus*), recubierto con película plástica de polipropileno y almacenado a 4 °C, mantiene su calidad y la aceptación de las rebanadas hasta 28 días (44). Es importante mencionar que también los tallos inmaduros se utilizan para consumo humano (45).

Durante el manejo poscosecha de los frutos de pitahaya almacenados a 20 °C existe una pérdida de peso y una variación en el color, además disminuye el porcentaje de AT; también en dichas condiciones la vida pos cosecha es de seis a ocho días en frutos de madurez media y completa y hasta 10 días en frutos cosechados en fase de madurez inicial (39).

Algunas características (pérdida de peso, acidez titulable, antocianinas en la cáscara, color externo de la cáscara del fruto y la respiración) de la calidad de frutas de pitahaya (*H. undatus*) pueden ser afectadas por la composición de la atmósfera (AC) (5-5: 5 % O₂+ 5 % CO₂+ 90 % N₂, 5-10: 5 % O₂+ 85 % CO₂+ 90 % N₂), el tiempo de frigoconservación a 4 °C y el tiempo de exposición a la temperatura ambiente. En el caso de la AC la pérdida de peso se reduce y la AT, así como el color externo de la cáscara no se afectaron bajo estas condiciones (46). En general, se concluye que los niveles de AC, en dependencia del tiempo de almacenamiento influyen en la frigoconservación de las pitahayas cuando son transferidas a temperatura ambiente, en comparación con pitahayas con y sin temperatura (26 ± 2 °C) (46).

VALOR NUTRICIONAL

Las especies de pitahaya (*Hylocereus* spp.) poseen cualidades nutrimentales. En la especie *H. undatus*, se han encontrado contenidos de proteína cruda de 14,84 g, 21,50 g de fibra cruda y 39,94 g de minerales esenciales (47).

Los tallos inmaduros de pitahaya (*Hylocereus undatus*) que son de consistencia suave, se utilizan en la gastronomía mexicana, pero hay poca información sobre su contenido nutrimental. En un estudio de la composición de los tallos tiernos

de pitahaya, recolectados en una plantación experimental ubicada en Tepoztlán, Estado de Morelos, México, se muestran contenidos de proteína cruda de 11,8 a 24,49 g y de fibra cruda de 7,86 a 14,79 g, con menores contenidos de cenizas (10,80 a 14,90 g) y extracto etéreo (0,64 a 1,46 g), obtenidos mediante un análisis proximal y expresados en base seca (g 100 g de materia seca). En cuanto a minerales, *H. undatus* tiene importantes contenidos de K (4,82 mg kg⁻¹) y Zn (34,02 mg kg⁻¹) (48).

POTENCIAL INDUSTRIAL

La pitahaya tiene gran potencial industrial debido a su alto contenido de betalaínas, pigmentos que poseen propiedades antioxidantes y son considerados como una alternativa al uso de colorantes artificiales en alimentos. Estas ventajas para la agroindustria ha incrementado el interés internacional por este cultivo, tanto para la comercialización como para la búsqueda de alternativas de procesamiento (49). La especie roja es valorada por la producción de betalaínas, por lo que la extracción y aprovechamiento de la misma ha sido objeto de amplios estudios (50).

En los últimos años han proliferado los estudios sobre las betalaínas y sus propiedades en varias especies de los géneros *Opuntia* (17, 51) e *Hylocereus* (50), además de dar coloración a los frutos y poseer actividad antioxidante, las betalaínas son reconocidas por otras importantes actividades biológicas, tales como la inducción de la quinona reductasa, potente enzima de detoxificación en la quimio prevención del cáncer (52) y su actividad antiproliferativa de células del melanoma maligno (53).

El contenido de betalaínas es diferente en los grupos de especies, en dependencia del color del fruto. Dado que las

betalaínas se encontraron en mayor proporción que los fenoles, se considera como los compuestos que más contribuyen a la actividad antioxidante observada (53).

Además, su elevado contenido de sólidos solubles (hasta 18 °Brix), le confiere gran potencial comercial y agroindustrial. En todas las pitahayas se puede procesar la pulpa (congelamiento, concentración, deshidratación, fermentación, procesamiento térmico y preservación química), así como extraer los colorantes y pectinas contenidos en la cáscara o en la pulpa, para lo cual se cuenta con tecnología a escalas casera, artesanal o industrial (1); también es empleada en la producción de jugos, sorbetes, gelatina, helados, yogurt, mermelada, almíbar, dulces y pasteles (5).

La posibilidad de adelantar, bajo riego, hasta un 83 % la floración e incrementar el número de flores con respecto a las que se desarrollan en condiciones de secano, favorece el mejor rendimiento y mejoran sus potencialidades para la industria al incrementar la producción¹.

PERSPECTIVAS DEL CULTIVO DE LA PITAHAYA

Como alternativa para la agricultura, en regiones con escasez de recursos hídricos, el cultivo de pitahaya se convierte en una actividad de importancia, tanto económica como social, para las comunidades rurales en México y 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 para la región, es

que la fruta alcanza un buen precio en mercados locales, regionales, nacionales e internacionales por ser un fruto exótico (27). Además puede desarrollarse a corto y mediano plazo, tanto en huertas familiares como en cultivos comerciales (27).

En los últimos años se ha incrementado el interés en cultivar pitahaya de manera comercial en diferentes partes del mundo. Los principales países productores son Nicaragua, Colombia, México, Guatemala e Israel, donde se desarrollan investigaciones para su mejoramiento genético. Al igual que en otros cultivos, la estacionalidad de la producción disminuye significativamente el precio de la fruta, por consiguiente se utilizan técnicas que consisten en el uso de riego y fertilizantes nitrogenados aplicados después de la cosecha para incrementarla (1).

Sin embargo, las perspectivas del mercado internacional exigen de investigaciones que conduzcan a elevar la calidad de la fruta y sobre todo, a la oferta de genotipos elite para siembra y manejo en la cadena productiva y para agregación de valor (transformación) (54).

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.

La identificación de especies del género *Hylocereus*, que puedan establecerse en asociación con cultivos comerciales y que desarrollen periodos de fructificación diferentes, favorecerá una mayor producción a lo largo del ciclo vegetativo de estas plantas. Otra línea de investigación

que debe potenciarse junto a los estudios fisiológicos, estructurales, anatómicos, agronómicos y otros.

El establecimiento de plantaciones comerciales de pitahaya, no solo en las regiones de domesticación, sino también en los diferentes estados de México con potencial para producir la fruta, pero donde no se cuenta con la experiencia tradicional en su manejo, requerirá apoyarse en los resultados de las investigaciones especializadas del cultivo y desarrollar la experiencia necesaria.

BIBLIOGRAFÍA

1. Esquivel, P. "Los frutos de las cactáceas y su potencial como materia prima". *Agronomía Mesoamericana*, vol. 15, no. 2, 2004, pp. 215–219, ISSN 1021-7444, 2215-3608.
2. Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad. Estrategia nacional sobre biodiversidad de México [en línea]. 1.a ed., edit. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México, 2000, 71 p., ISBN 970-9000-10-1, [Consultado: 29 de octubre de 2015], Disponible en: <http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/estrategia_nacional/doctos/pdf/ENB.pdf>.
3. Mizrahi, Y.; Mouyal, J.; Nerd, A. y Sitrit, Y. "Metaxenia in the Vine Cacti *Hylocereus polyrhizus* and *Selenicereus* spp.". *Annals of Botany*, vol. 93, no. 4, 4 de enero de 2004, pp. 469-472, ISSN 0305-7364, 1095-8290, DOI 10.1093/aob/mch055.
4. Solano, J. P. L.; Cano, M. E. A. y Hernández, R. G. "Diversidad genética en pitahaya (*Hylocereus undatus* Haworth. Britton y Rose)". *Revista Fitotecnia Mexicana*, vol. 28, no. 3, 2005, pp. 179–185, ISSN 0187-7380.

¹ Sabino, L. J. E. Relación de las prácticas de manejo con la floración de la pitahaya (*Hylocereus undatus*) [Tesis de Maestría]. IPN, Centro interdisciplinario de investigación y desarrollo integral regional, Unidad-Oaxaca, Oaxaca, México, 2010, 66 p.

5. Gunasena, H. P. M.; Pushpakumara, D. K. N. G. y Kariyawasam, M. "Dragon Fruit *Hylocereus undatus* (Haw.) Britton and Rose". En: Pushpakumara D. K. N. G., Gunasena H. P. M., y Singh V. P., Underutilized fruit trees in Sri Lanka, edit. World Agroforestry Center., New Delhi, India, 2010, pp. 110–142, ISBN 978-955-9224-33-4.
6. Tel, Z. N.; Abbo, S.; Bar, Z. D. y Mizrahi, Y. "Clone identification and genetic relationship among vine cacti from the genera *Hylocereus* and *Selenicereus* based on RAPD analysis". *Scientia Horticulturae*, vol. 100, no. 1–4, 19 de marzo de 2004, pp. 279-289, ISSN 0304-4238, DOI 10.1016/j.scientia.2003.09.007.
7. Cáliz de Dios, H. "Geographical distribution of pitahayas (*Hylocereus*) in Mexico". *Cactáceas y Suculentas Mexicanas*, vol. 49, no. 1, 2004, pp. 4-23, ISSN 0526-717X.
8. Wichienchot, S.; Jatupornpipat, M. y Rastall, R. A. "Oligosaccharides of pitaya (dragon fruit) flesh and their prebiotic properties". *Food Chemistry*, vol. 120, no. 3, 1 de junio de 2010, pp. 850-857, ISSN 0308-8146, DOI 10.1016/j.foodchem.2009.11.026.
9. Britton, N. L. y Rose, J. N. *The Cactaceae: Descriptions and Illustrations of Plants of the Cactus Family*. edit. Courier Corporation, 1 de junio de 1963, 714 p., ISBN 978-0-486-21192-3.
10. Haage, W. y Kemp, E. E. *Cacti and Other Succulents: A Practical Handbook* [en línea]. edit. Vista Books, London, 1963, 263 p., [Consultado: 29 de octubre de 2015], Disponible en: <<http://library.wur.nl/WebQuery/clc/555640>>.
11. Bravo, H. H. *Las cactáceas de México* [en línea]. xvi, vol. 4, edit. Universidad Nacional Autónoma de México, Mexico, 1978, 743 p., [Consultado: 29 de octubre de 2015], Disponible en: <<http://kdb.kew.org/kdb/detailedresult.do?id=233512>>.
12. Scheinvar, L. "Redescubrimiento de *Hylocereus napoleonis* (Grah.) Br. & Rose en México". *Cactáceas y Suculentas Mexicanas*, vol. 30, no. 1, 1985, pp. 6–10, ISSN 0526-717X.
13. Hunt, D. *CITES Cactaceae checklist*. edit. Royal Botanic Gardens, Kew, 1992, 190 p., ISBN 0-947643-42-7.
14. Martínez, R. C.; Dios, H. C. de y Canto, A. R. *Guía técnica para el cultivo de pitahaya*. edit. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, 1996, 170 p., ISBN 978-968-884-378-9.
15. Ortiz, H. Y. D. *Pitahaya: un nuevo cultivo para México*. edit. Limusa-Grupo Noriega Editores, México. DF, 1999, 111 p., ISBN 968-18-5775-5.
16. Livera, M. M.; Ortiz, H. Y. D.; Castillo, M. R.; Castillo, G. F.; Martínez, Ch. R.; Ramírez, D. J. J.; Valencia, B. A. J. y Carrillo, S. J. A. "Pitahaya (*Hylocereus* spp.). problemas, logros y perspectivas". En: Cruz I. S., Muratalla A., y Kato A. T., *La Investigación al Servicio del Campo Mexicano*, edit. Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo, México, 2010, pp. 57-59, ISBN 978-607-7533-65-8.
17. Osorio, E. O.; Ortiz, M. A.; Alvarez, V. B.; Dorantes, A. L. y Mgiusti, M. "Phenolics, betacyanins and antioxidant activity in *Opuntia joconostle* fruits". *Food Research International*, vol. 44, 2011, pp. 2160-2168, ISSN 0963-9969.
18. Rodríguez, C. A. "Producción y comercialización de pitahayas en México". *Claridades Agropecuarias*, no. 82, 2000, pp. 3-22, ISSN 0188-9974.
19. Janick, J. *Horticultural Reviews*. vol. 18, edit. John Wiley & Sons, 22 de junio de 2010, 402 p., ISBN 978-0-470-65059-2.
20. Aguilar, G.; Ángeles, M. de los; Terrazas, T. y Arias, S. "Anatomía caulinar de tres especies del género *Hylocereus* (Berger) Britton & Rose (cactaceae) en México". *Revista Fitotecnica Mexicana*, vol. 32, no. 3, septiembre de 2009, pp. 201-208, ISSN 0187-7380.
21. Weiss, J.; Nerd, A. y Mizrahi, Y. "Flowering Behavior and Pollination Requirements in Climbing Cacti with Fruit Crop Potential". *HortScience*, vol. 29, no. 12, 12 de enero de 1994, pp. 1487-1492, ISSN 0018-5345, 2327-9834.
22. Valiente, B. A.; Santos Gally, R.; Arizmendi, M. C. y Casas, A. "Pollination biology of the hemiepiphytic cactus *Hylocereus undatus* in the Tehuacán Valley, Mexico". *Journal of Arid Environments*, vol. 68, no. 1, enero de 2007, pp. 1-8, ISSN 0140-1963, DOI 10.1016/j.jaridenv.2006.04.001.
23. Barreno, E. y Izco, J. *Botánica*. edit. McGraw-Hill Interamericana, enero de 2004, 906 p., ISBN 978-84-486-0609-1.
24. Rosales, B. E. P.; Luna, M. C. del C. y Cruz, L. A. "Clasificación y selección tradicional de pitaya (*Stenocereus pruinosus* (Otto) Buxb.) en Tianguistengo, Oaxaca y variación morfológica de cultivares". *Revista Chapingo. Serie horticultura*, vol. 15, no. 1, abril de 2009, pp. 75-82, ISSN 1027-152X.
25. Mizrahi, Y.; Nerd, A. y Sitrit, Y. "New Fruits for Arid Climates" [en línea]. En: eds. Janick J. y Whipkey A., *Trends in new crops and new uses*, edit. ASHS Press, Alexandria, VA, 2002, pp. 378-384, ISBN 0-970756-5-5, [Consultado: 9 de noviembre de 2015], Disponible en: <<http://afsrweb.usda.gov/SP2UserFiles/Place/36450000/Products-Reprints/2002/1015.pdf>>.
26. Bárcenas, A. P.; Tijerina, C. L.; Martínez, G. A.; Becerril, R. A. E.; Larqué, S. A. y Colinas, de L. M. T. "Respuesta de tres materiales del genero *Hylocereus* a la salinidad sulfatico-clorhídrica". *Terra Latinoamericana*, vol. 20, no. 2, 2002, pp. 123-127, ISSN 2395-8030.
27. Castillo, M. R. "Aprovechamiento de la pitahaya: bondades y problemáticas". *Caos Conciencia*, no. 1, 2006, pp. 13-18, ISSN 1517-6916.
28. Valencia, B. A. J.; Cruz, H. P. y Rodríguez, C. A. "Avances en la etiología y manejo de la pudrición blanda de tallos de pitahaya, *Hylocereus undatus* H. (Cactaceae)". *Fitosanidad (Cuba)*, vol. 7, no. 2, 2003, pp. 11–17, ISSN 1562-3009, 1818-1686.

29. Bastos, D. C.; Pio, R.; Filho, S.; Alexio, J.; Libardi, M. N.; Almeida, L. F. P. de; Galuchi, T. P. D. y Bakker, S. T. "Propagation of red Pitaya (*Hylocereus undatus*) by cuttings". *Ciência e Agrotecnologia*, vol. 30, no. 6, diciembre de 2006, pp. 1106-1109, ISSN 1413-7054, DOI 10.1590/S1413-70542006000600009.
30. Estrada, L. A. A.; Martínez, H. J. de J.; Torres, T. M. E. y Chablé, M. F. "In vitro micropropagation of the ornamental prickly pear cactus *Opuntia lanigera* Salm-Dyck and effects of sprayed GA3 after transplantation to ex vitro conditions". *Scientia Horticulturae*, vol. 117, no. 4, 18 de agosto de 2008, pp. 378-385, ISSN 0304-4238, DOI 10.1016/j.scienta.2008.05.042.
31. Osorio, O. R.; Varela, G.; Matínez, C. L. y Morales, J. E. "The effect of substrate and age of transplant on the establishment of *Hylocereus undatus* Haworth". *Cactáceas y Suculentas Mexicanas*, vol. 46, no. 1, 2001, pp. 4-15, ISSN 0526-717X.
32. Andrade, J. L.; Rengifo, E.; Ricalde, M. F.; Simá, J. L.; Cervera, J. C. y Soto, G. V. "Microambientes de luz, crecimiento y fotosíntesis de la pitahaya (*Hylocereus undatus*) en un agrosistema de Yucatán, México". *Agrociencia*, vol. 40, no. 6, 2006, pp. 687-697, ISSN 1405-3195.
33. Feria, M. de; Rojas, D.; Reyna, M.; Quiala, E.; Soils, J. y Zurita, F. "In vitro propagation of *Hylocereus purpusii* Britton & Rose, a Mexican species in danger of extinction". *Biotecnología Vegetal*, vol. 12, no. 2, 2012, pp. 77-83, ISSN 1609-1841.
34. Yah, A. R. C.; Pereira, S. S.; Veloz, C. S.; Sañudo, R. B. y Duch, E. S. "Cambios físicos, químicos y sensoriales en frutos de pitahaya (*Hylocereus undatus*) durante su desarrollo". *Revista Fitotecnia Mexicana*, vol. 31, no. 1, 2008, pp. 1-5, ISSN 0187-7380.
35. Nerd, A.; Gutman, F. y Mizrahi, Y. "Ripening and postharvest behaviour of fruits of two *Hylocereus* species (Cactaceae)". *Postharvest Biology and Technology*, vol. 17, no. 1, septiembre de 1999, pp. 39-45, ISSN 0925-5214, DOI 10.1016/S0925-5214(99)00035-6.
36. Van To, L.; Ngu, N.; Duc, N. D. y Huong, H. T. T. "Dragon fruit quality and storage life: Effect of harvest time, use of plant growth regulators and modified atmosphere packaging". *Acta Horticulturae*, no. 575, abril de 2002, pp. 611-621, ISSN 0567-7572, 2406-6168, DOI 10.17660/ActaHortic.2002.575.72.
37. Merten, S. "A review of *Hylocereus* production in the United States". *Journal of the Professional Association for Cactus Development*, vol. 5, 2003, pp. 98-105, ISSN 1938-663X, 1938-6648.
38. Le Bellec, F.; Vaillant, F. y Imbert, E. "Pitahaya (*Hylocereus* spp.): a new fruit crop, a market with a future". *Fruits*, vol. 61, no. 04, julio de 2006, pp. 237-250, ISSN 1625-967X, DOI 10.1051/fruits:2006021.
39. Osuna, E. T.; Ibarra, Z. M. E.; Muy, R. M. D.; Valdez, T. J. B.; Villarreal, R. M. y Hernández, V. S. "Calidad poscosecha de frutos de pitahaya (*Hylocereus undatus* Haw.) cosechados en tres estados de madurez". *Revista Fitotecnia Mexicana*, vol. 34, no. 1, 2011, pp. 63-72, ISSN 0187-7380.
40. Ding, P.; Chew, M. K.; Abdul, A. S.; Lai, O. M. y Abdullah, J. O. "Red-fleshed pitaya (*Hylocereus polyrhizus*) fruit colour and betacyanin content depend on maturity". *International Food Research Journal*, vol. 16, no. 2, 2009, pp. 233-242, ISSN 1985-4668, 2231-7546.
41. Baquero, D. L. E. y Castro, R. J. A. "Catalasa, peroxidasa y polifenoloxidasas en pitaya amarilla (*Acanthocereus pitajaya*): maduración y senescencia". *Acta Biológica Colombiana*, vol. 10, no. 2, 2005, p. 49.
42. Centurión, Y. A. R. Guía práctica para el manejo poscosecha de la pitahaya (*Hylocereus undatus*). edit. Instituto Tecnológico de Mérida, México, 2001, 20 p., ISBN 978-970-18-6765-5.
43. Magnistskly, S. y Plaza, G. "Fisiología de semillas recalcitrantes de árboles tropicales". *Agronomía Colombiana*, vol. 25, no. 1, 2007, pp. 96-103, ISSN 0120-9965.
44. Vargas, M. L.; Centurión, Y. A.; Sauri, D. E. y Tamayo, C. J. "Industrialización de la pitahaya (*Hylocereus undatus*): una nueva forma de industrialización". *Revista Mexicana de Agronegocios*, vol. 9, no. 16, 2005, pp. 498-509, ISSN 1405-9282.
45. Márquez, G. G. J.; Castillo, M. R. y Livera, M. M. "Caracterización morfológica y compatibilidad sexual de cinco genotipos de pitahaya (*Hylocereus undatus*)". *Agrociencia*, vol. 39, no. 2, 2005, pp. 183-194, ISSN 1405-3195.
46. Magaña, B. W.; Balbín, A. M.; Corrales, G. J.; Saucedo, V. C. y Sauri, D. E. "Frutas de pitahaya (*Hylocereus undatus*) frigoconservadas a 4°C en atmosferas controladas". *Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha*, vol. 11, no. 2, 2010, pp. 143-147, ISSN 1665-0204.
47. Rodríguez Canto, A. Guía Técnica para la producción de plantas de pitahaya en viveros [en línea]. edit. Universidad Autónoma de Chapingo, Chapingo, México, 1997, 70 p., ISBN 968-884-432-2, [Consultado: 24 de noviembre de 2015], Disponible en: <<http://www.sidalc.net/cgi-bin/wxis.exe/?IscScript=UACHBC.tidad=1&expresion=mfrn=085890>>.
48. Juárez, C. A.; Sosa, M. E.; Goytia, J. M. A.; González, H. V. A. y Bárcena, G. R. "Composición química de tallos inmaduros de *Acanthocereus* spp. e *Hylocereus undatus* (Haw.) Britton & Rose". *Revista Fitotecnia Mexicana*, vol. 35, no. 2, 2012, pp. 171-175, ISSN 0187-7380.
49. Esquivel, P. y Araya, Q. Y. "Características del fruto de la pitahaya (*Hylocereus* sp.) y su potencial de uso en la industria alimentaria". *Revista Venezolana de Ciencia y Tecnología de Alimentos*, vol. 3, no. 1, 2012, pp. 113-129, ISSN 2218-4384.
50. Herbach, K. M.; Maier, C.; Stintzing, F. C. y Carle, R. "Effects of processing and storage on juice colour and betacyanin stability of purple pitaya (*Hylocereus polyrhizus*) juice". *European Food Research and Technology*, vol. 224, no. 5, 30 de enero de 2007, pp. 649-658, ISSN 1438-2377, 1438-2385, DOI 10.1007/s00217-006-0354-5.

51. Sreekanth, D.; Arunasree, M. K.; Roy, K. R.; Reddy, T. C.; Reddy, G. V. y Reddanna, P. "Betanin a betacyanin pigment purified from fruits of *Opuntia ficus-indica* induces apoptosis in human chronic myeloid leukemia Cell line-K562". *Phytomedicine*, vol. 14, no. 11, 2007, pp. 739–746, ISSN 0944-7113.
52. Azeredo, H. M. C. "Betalains: properties, sources, applications, and stability- a review". *International Journal of Food Science and Technology*, vol. 44, 2009, pp. 2365-2376, ISSN 0950-5423.
53. García-Cruz, L.; Salinas-Moreno, Y. y Valle-Guadarrama, S. "Betalaínas, compuestos fenólicos y actividad antioxidante en pitaya de mayo (*Stenocereus griseus* H.)". *Revista fitotecnica mexicana*, vol. 35, no. SPE.5, septiembre de 2012, pp. 01-05, ISSN 0187-7380.
54. Caetano, C. Identificación de los recursos genéticos y fitoquímicos de pitahaya amarilla en Colombia. no. 117-2, Inst. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural MADR, Asofrocol y UNAL Palmira, Colombia, 2010, p. 51.

Recibido: 10 de junio de 2014

Aceptado: 5 de enero de 2015

¿Cómo citar?

Montesinos Cruz, Josefina A.; Ruiz Herrera, G.; Rodríguez-Larramendi, L.; Ortiz Pérez, R.; Fonseca-Flores, María de los A. y Guevara Hernández, F. Pitahaya (*Hylocereus* spp.) un recurso fitogenético con historia y futuro para el trópico seco mexicano. [en línea]. *Cultivos Tropicales*, 2015, vol. 36, no. especial, pp. 67-76. ISSN 1819-4087. [Consultado: ____]. Disponible en: <----->.