

Pitayas y Pitahayas (*Stenocereus* spp. e *Hylocereus* spp.), recursos agrícolas en el Valle de Tehuacán Puebla

Patricia Bárcenas Abogado¹ y Venus Jiménez Castañeda

Resumen. *Las cactáceas constituyen especies clave para la estabilidad de las comunidades bióticas en las zonas áridas y semiáridas, además de ser recursos de un considerable potencial económico. Las pitayas y pitahayas, frutos de los géneros Stenocereus e Hylocereus, son utilizadas por los habitantes de las comunidades rurales del Valle de Tehuacán, Puebla, para satisfacer sus necesidades de subsistencia y comercializarlas a escala local o regional. El manejo de estas especies ha pasado de la recolección a la producción agrícola sin suficiente información y apoyo técnico, poniendo en riesgo la biodiversidad de la zona. Ante esta dualidad, se presenta un análisis de la producción de estos frutos “exóticos” de alta demanda internacional y sus características ecofisiológicas.*

Palabras clave: Pitayas, *Stenocereus*, *Hylocereus*, Pitahayas, Cactáceas Columnares.

Abstract. *The cacti constitute key species for the stability of biotic communities in arid and semi-arid zones, and for being a important economic potential resources. The pitayas and pitahayas, Stenocereus and Hylocereus fruits, are used*

¹ Profesor-Investigador, Departamento de Producción Agrícola y Animal, Universidad Autónoma Metropolitana Xochimilco, e-mail: barcenas@correo.xoc.uam.mx

by rural communities of the Tehuacán Valley, Puebla, for meet their subsistence needs and marketed locally or regionally. The management of these species passed from gathering to agriculture production without enough information and technical support, putting at risk the biodiversity of the area. For this duality, we present an analysis of the production of these "exotic fruits" of high international demand and their ecophysiology.

Keywords: Pitayas, *Stenocereus*, *Hylocereus*, Pitahayas, Columnar cacti.

Résumé. Les cactacées constituent des espèces essentielles pour la stabilité des communautés biotiques en zones arides et semi-arides, en plus d'être des ressources d'un potentiel économique considérable. Les pitayas et pitahayas, fruits des genres *Stenocereus* e *Hylocereus*, sont utilisés par les habitants des communautés rurales de la Vallée de Tehuacán, état de Puebla, pour satisfaire leur besoin de subsistance et leur commercialisation à échelle locale ou régionale. La gestion de ces espèces est passée de la collecte à la production agricole, sans information et aide technique suffisante, ce qui met en jeu la biodiversité de la zone. Face à cette dualité, il est présenté une analyse de la production de ces fruits « exotiques » à forte demande internationale, ainsi que de ses caractéristiques éco physiologiques.

Mots-Clés : Pitayas, *Stenocereus*, *Hylocereus*, Pitahayas, cactacées colonnaires.

INTRODUCCIÓN

El Valle de Tehuacán en el estado de Puebla es una región semiárida con una gran diversidad biológica y cultural. En aproximadamente 10,000 km², Dávila *et al.* (1993) registraron 2,750 especies de plantas, de las cuales el 30% son endémicas para la región. Existen cerca de 45 especies de cactáceas columnares en esta zona, por lo que se le ha denominado matorral xerófilo con dominancia de cactáceas columnares (Rzedowski, 1978; Valiente-Banuet, 1996). El Valle de Tehuacán es considerado el centro de

endemismo y diversidad mundial para este grupo de plantas por la *International Union for the Conservation of Nature* (IUCN) (Dávila, 2002), y se le ha reconocido como una de las zonas áridas con mayor diversidad en América del Norte, y con mayor cantidad de recursos vegetales del país (Arias *et al.*, 1997; Casas *et al.*, 2001; Valiente-Banuet *et al.*, 2001).

Con relación a la diversidad cultural del Valle de Tehuacán, actualmente se reconocen siete grupos étnicos: Nahuas, Mixtecos, Mazatecos, Popolocas, Chinantecos, Ichcatecos, y Cuicatecos (INEGI, 2007); los cuales han fundamentado los usos y domesticación de la biota en esta región.

Entre los grupos étnicos y la población rural, las cactáceas han sido apreciadas como un recurso alimenticio importante, especialmente por lo succulento de sus tejidos y por la gran cantidad de azúcares y pigmentos de sus frutos. Desde la época prehispánica hasta la actualidad, las cactáceas proveen de forraje, fármacos, gomas, jabón, colorantes, cercas vivas, leña, ornato, y proteínas y grasas de las semillas de algunas especies.

La mayor parte de las especies del género *Stenocereus* producen frutos comestibles llamados pitayas, con la característica de que al madurar pierden sus espinas y facilitan su comercialización y consumo. En el caso de la pitahaya (*Hylocereus* sp.), su auge comercial en el estado de Puebla se inicia a mediados de los años noventa con la visita de los príncipes de Japón y su comitiva de negocios, quienes hacen un ofrecimiento a los productores de la zona –en dólares– por al menos 10 toneladas de “fruta del dragón”, con lo que se inicia la deforestación del área cercana a la entonces “Reserva Ecológica Helia Bravo”.

Si bien, es fundamental hacer compatible el mejoramiento de la calidad de vida de los habitantes del Valle de Tehuacán con el mantenimiento de la diversidad biológica y cultural que los caracteriza, la explotación agrícola es una necesidad; por lo anterior, el objetivo de este documento es contribuir a la divulgación de información tecnológica sobre el manejo agrícola de estos dos géneros.

El Valle de Tehuacán-Cuicatlán

El Valle de Tehuacán, Puebla, identificado también como Valle de Tehuacán-Cuicatlán, es una zona semiárida, con una temperatura media anual de 21 °C, una canícula bien definida a la mitad del período de lluvias y una precipitación media anual de 400 a 450 mm. En la mayor parte del área los suelos son someros, pedregosos y muestran diferentes niveles de alcalinidad y salinidad, producto de la influencia de los diferentes substratos geológicos presentes en el sitio (Bárcenas-Abogado *et al.*, 2002).

Las lomas y lomeríos del Valle de Tehuacán presentan abundancia de pedregosidad, lo que impide que sean usadas en su totalidad para cultivos, siendo las excepciones el maíz y frijol. Las comunidades vegetales en estos sitios incluyen tetecheras, garambulleras, matorrales espinosos y mezquiales, de donde se extraen plantas medicinales, alimenticias, y para leña. En los llanos se cultivan principalmente maíz, frijol y pitahaya, y se reporta que los habitantes del lugar utilizan 495 especies, pertenecientes a 324 géneros y 100 familias de plantas vasculares (Dávila, 2002).

Es importante destacar que muchas de las especies se emplean para más de un propósito, utilizando varias de sus partes (raíz, fruto, hojas, etc). Ejemplos de ello son algunas pitayas que se emplean como alimento, forraje, leña y cerca viva, además de otras cactáceas columnares como el garambuyo (*Myrtillocactus geometrizans*), la jiotilla (*Escontria chiotilla*), y los tetechos (*Neobuxbaumia tetetzo*), mencionados por Dávila (2002).

Las pitayas (*Stenocereus* spp.) (Haworth)

Existen 22 especies de pitayas (*Stenocereus* spp.) nativas de México, 20 son especies endémicas (Arreola, 1999), y se distribuyen desde la península de Baja California pasando por la cuenca del Pacífico al estado

de Chiapas, y a lo largo de la cuenca del Golfo desde el estado de Tamaulipas hasta Veracruz. Las especies más importantes de este género, desde un punto de vista económico, son: *S. marginatus*, *S. stellatus*, *S. treleasei*, *S. griseus*, *S. fricii*, *S. queretaroensis* y *S. quevedonis* (Granados *et al.*, 1999).

En el Valle de Tehuacán las más comercializadas son: *S. griseus* (pitayo de mayo), *S. pruinosus* (pitayo de octubre), *S. stellatus* (xoconostle). Luna-Morales y Aguirre (2001) reportan más de 40 variedades de *S. pruinosus* y *S. stellatus*, y la existencia de un híbrido de ambas.

Las pitayas son plantas arborescentes de hasta 6 a 9 m de altura, con ramas y tronco bien definido, de aproximadamente 35 cm de diámetro. El número de costillas, espinas, tamaño y color del fruto son las principales características que las diferencian (Bravo-Hollis, 1978; Gibson y Horak, 1978).

De las pitayas se extraen colorantes y pectinas presentes en la cáscara y la pulpa del fruto. Contienen betalainas, que son pigmentos hidrosolubles similares a los que se extraen del betabel (Reynoso *et al.*, 1997; Beltrán-Orozco *et al.*, 2009), utilizados tanto en alimentos como en cosméticos, y que imparten coloraciones que van del rojo al amarillo (Casas *et al.*, 2001).

En el caso de la *pitaya de mayo* (*S. griseus*), su fruto es globoso, ligeramente ovoide, de aproximadamente 5 cm de diámetro. Su color varía desde el verde amarillento hasta rojo o moreno purpúreo. Los campesinos la cultivan en sus huertos por el sabor muy agradable de sus frutos, que se venden en los mercados en el mes de mayo, de ahí proviene su nombre común (Bravo-Hollis, 1978).

El *pitayo de octubre* (*S. pruinosus*) posee ramas de color verde oscuro, con una pruinosidad blanquecina. Su fruta es ovoide, de 5 a 8 cm de largo, de color variable (rojo púrpura, anaranjado verdoso). Crecen en estado silvestre y se cultiva en diversos poblados de las mixtecas, en Puebla en el cañón del río Atoyac, en “cuajiotales”, y en los alrededores de Tehuacán (Bravo-Hollis, 1978).

El *xoconostle* (*S. estellatus*) presenta frutos pequeños (aproximadamente 3 cm de diámetro), de color rojo y de sabor ligeramente ácido. Maduran en agosto, y aunque se encuentran silvestres, se les cultiva no sólo por sus frutos sino también para formar setos vivos (Bravo-Hollis, 1978). La fructificación de este género se produce entre mayo y septiembre, encontrando en los mercados regionales todas las variedades hortícolas.

Características Fisiológicas y Fenológicas

Al igual que en el género *Hylocereus*, las pitayas (*Stenocereus*) tienen un sistema radical, principalmente superficial, y responden rápidamente a la presencia de humedad formando raíces absorbentes tan sólo unas horas después de que ha llovido, con la finalidad de aprovechar al máximo dicha humedad. Sin embargo, esta raíz es muy sensible a encharcamientos constantes y muy duraderos, los cuales provocan la putrefacción de la misma (Ramírez, 2006).

Posee el metabolismo del ácido crasuláceo (MAC), y sus tallos cuentan con una cutícula gruesa y cerosa, ambas características limitan la pérdida de agua. Las yemas florales emergen de las areolas de crecimiento del año anterior, siendo una por areola, la cual queda inutilizada después de la floración. Las flores son de apertura nocturna y se cierran al mediodía. Entre los agentes polinizadores se encuentran los murciélagos, las mariposas nocturnas y diversas especies de abejas nativas y europeas (Pimienta-Barrios, 2000; Loza-Cornejo *et al.*, 2003; Ramírez, 2006).

Otra característica sobresaliente de estos frutos es su sabor dulce que en general oscila entre los 15 y 19 grados Brix (Ramírez, 2006). El contenido químico de 100 gramos de la parte comestible de la pitaya se presenta en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Contenido químico de 100 gramos de la parte comestible de la pitaya (*Stenocereus spp*).

Calorías	48.8
Agua	85.2 %
Carbohidratos	12.2 g
Fibra dietética	3.3 g
Proteína	1.29 g
Grasas	1.1g

Fuente: Ramírez, 2006.

Condiciones Agroecológicas

Las pitayas prefieren los suelos franco arenosos con buen drenaje interno y superficial, e inclusive, originados de gravilla o de roca tipo laja, siempre y cuando se mejore su fertilidad con la adición de materia orgánica derivada de abonos animales. El pH puede estar en el intervalo de 5.5 a 8.2, con un óptimo de 6.5 a 7.5. En suelos muy pedregosos o de tepetate es difícil la mecanización, por lo que se recomienda elaborar cajetes individuales en los que se acondicione un adecuado sustrato de enraizamiento (Rojas *et al.*, 2001).

Las pitayas se desarrollan en el intervalo de temperatura entre 10° y 40° C, sin embargo, suelen ser más sensibles a las bajas temperaturas, sobre todo si la planta se encuentra en crecimiento vegetativo o desarrollo floral. El daño causado por las bajas temperaturas afecta el crecimiento y provoca la caída de las flores, lo que reduce o elimina la producción de ese año si se presenta alguna helada. Existen antecedentes de que en cultivos a más de 1900 msnm los frutos suelen ser de menor calidad en el sabor (insípidos), y su desarrollo y maduración es más tardío (Pimienta-Barrios, 2000).

Aunque este tipo de plantas no son exigentes en su régimen de agua, en comparación con otros cultivos y, por su sistema radical, tienen la

aptitud de captar eficientemente la lluvia; los productores de la zona practican metodologías de captación del agua de lluvia, como la elaboración de bordos individuales, o en zonas accidentadas, la elaboración de bordos en hileras (en curvas de nivel), para favorecer la captación de agua y evitar la erosión. Cuando se cultiva en los huertos cercanos a las casas se aplican riegos de auxilio durante el periodo de desarrollo de la fruta.

Manejo Agronómico

Debido a que el crecimiento y desarrollo de las plántulas de pitaya propagadas por semilla es muy lento (aproximadamente 4 a 5 cm en un año), como ocurre en muchas especies de cactáceas (Loza-Cornejo *et al.*, 2003), tradicionalmente se realiza su propagación de manera asexual a través de tallos, lo que implica la reducción en la variabilidad genética de las especies que constituyen este género, ya que sólo se seleccionan las plantas mas productivas.

Las plantas deben de cortarse en los meses de diciembre o enero, unos 30 días después de que hayan alcanzado una longitud de entre 80 y 100 cm; al momento de realizar el corte se debe de tener cuidado de hacerlo de un solo tajo y debe tenerse lista una solución fungicida. Se conservan los tallos en posición vertical en un lugar seco y sin luz hasta el momento de su siembra. La plantación se realiza unos 30 días antes de que se piense que va a establecerse el temporal. Si se cuenta con la posibilidad de agregar agua, puede establecerse desde el mes de febrero.

El establecimiento de la huerta puede realizarse en lomeríos y zonas accidentadas. Si se trata de un terreno con pendiente menor de 15% se puede realizar un rastreo para romper la capa de compactación presente y, posteriormente su nivelación. En terrenos con pendiente mayor a 15% no se deben de realizar movimientos de barbecho o rastreo para evitar problemas de arrastre de tierra y erosión. En este tipo de casos es conve-

niente realizar trabajos de bordeo a cada nivel de acuerdo a la distancia de establecimiento entre curvas, utilizando para ello el material disponible en el mismo terreno, especialmente si se trata de terrenos rocosos.

Al plantarse los tallos, se debe de abrir una cepa de, por lo menos, 80 cm de diámetro y una profundidad de 40 cm. Al sustrato se le debe de revolver composta preparada, o bien abono de origen animal bien descompuesto, en una proporción de 3:1 (tierra-abono) cuando se trate de composta o abono vacuno (Ramírez, 2006).

Las pitahayas (*Hylocereus* spp) (Haw.) Britton & Rose

Son plantas epífitas (trepadoras) con tallos verdes triangulares, que se encuentran fácilmente sobre árboles o muros en patios o huertos domésticos de los poblados cercanos a la cabecera municipal (Tehuacán, Puebla) y hacia el estado de Oaxaca. Sus flores son nocturnas, blancas y muy grandes (cerca de 30 cm de largo o más), y sus frutos color rojo púrpura por fuera y blancos, rojos, o rosa mexicano por dentro, no tienen espinas. Actualmente se cultiva en toda América Tropical y también en algunos lugares de China, pues es muy apreciada por la belleza de sus flores y por sus frutos comestibles de sabor agradable. En México se encuentra distribuida en casi todas las selvas tropicales deciduas y subdeciduas en donde ha sido propagada por las aves (Bravo-Hollis, 1978).

En Tehuacán, Puebla, se encuentra cultivada a nivel traspatio en palizadas, cerca de los muros o sobre árboles o arbustos locales. En los últimos años se observan plantaciones formales en superficies menores a una hectárea, con estacado en vez de tutores vivos.

Sus frutos son muy apreciados en el mercado internacional como fruta exótica, y se utilizan tanto frescos, en agua, mermelada y conserva. Sus tallos son alimento para el ganado en la temporada de secas. Se le atribuyen propiedades medicinales ya que ayudan a disminuir los pro-

blemas de gastritis, y por su alto contenido de potasio se recomienda su consumo a personas diabéticas y con problemas cardiovasculares (Castillo *et al.*, 1996).

Existen al menos dos especies diferentes en el Valle de Tehuacán: *Hylocereus undatus* o “pitahaya blanca”, la cual es una especie introducida (Arias *et al.*, 1997), e *Hylocereus ocamponis* conocida como “pitahaya fina”. Esta última presenta un fruto más pequeño que el de *H. undatus*, pero más dulce. Su producción es significativamente menor y requiere más cuidados. Su demanda como fruto exótico se ve limitada por la larga duración del traslado y almacenamiento, que es significativamente menor a la de *H. undatus* (Nerd *et al.*, 1999).

Características Fisiológicas y Fenológicas

Raveh *et al.* (1993) mencionan que *H. undatus* muestra una respuesta positiva a valores altos de CO₂ en la atmósfera (740 μmol), e identifican a esta especie como tolerante a la sombra y fotosintéticamente eficiente aun en condiciones ambientales estresantes.

Cuando el contenido relativo de agua en los tallos es de 60%, *H. undatus* tiende a presentar su máxima tasa de intercambio de CO₂ al finalizar la noche; y cuando el contenido relativo de agua es de 34% tienden a mostrar el metabolismo CAM-reducido, que es cuando los estomas permanecen cerrados día y noche y por lo tanto evitan la pérdida de agua por transpiración y sólo utiliza el CO₂ proveniente de la respiración para continuar con su metabolismo (Ortiz, 1995).

El periodo reproductivo de *Hylocereus undatus* tiene una duración aproximada de 125 días, registrándose tres periodos traslapados de floración y fructificación (Castillo y Ortiz, 1994). El periodo reproductivo inicia a principios de mayo y termina a principios de septiembre, coincidiendo la floración con el inicio de las lluvias, al igual que las especies que se cultivan en Nicaragua (Bolaños, 1994) y Colombia (Becerra, 1986).

La floración es efímera y nocturna, por lo que se le conoce como “reina de la noche” (Bravo-Hollis, 1978). Aproximadamente a las seis de la tarde se inicia la apertura floral, y de dos a tres horas después las flores están completamente abiertas (Castillo y Ortiz, 1994). Esta característica de la floración hace determinante la presencia de polinizadores específicos que permitan la formación del fruto: los murciélagos nectarívoros fundamentalmente, existiendo una serie de reportes sobre sus hábitos asociados a las regiones en donde se producen pitayas y pitahayas (Kaiser y Tollsten, 1995; Alvarez *et al.*, 1998).

Algunos trabajos (Ortíz, 1995) mencionan a las abejas y otros insectos como agentes polinizadores, sin embargo, en regiones en donde no existen murciélagos o aves como colibríes, la producción de fruta se reduce considerablemente siendo necesaria la polinización manual, lo que incrementa los costos de producción. Es por tanto, fundamental para la economía de los productores de esta fruta, que la fauna del lugar se conserve.

Condiciones Agroecológicas

El cultivo de la pitahaya se desarrolla desde 0 hasta casi 2000 metros de altura sobre el nivel del mar, en zonas con precipitaciones anuales de 300 mm hasta los 1000 mm anuales, ya que una mayor condición de humedad puede provocar problemas fitosanitarios en la plantación. No es una especie tolerante a las heladas, por lo que las condiciones óptimas de temperatura promedio anual va de 17 a 30 °C (Bárcenas-Abogado *et al.*, 2002).

La planta crece adecuadamente en suelos livianos como los de textura franco arenosa con alto contenido de materia orgánica. Suelos de excelente drenaje son los ideales ya que la pitahaya posee gran habilidad para absorber y retener agua, así como nutrientes a través de sus tallos; el exceso de humedad en el suelo la perjudica al incrementarse los problemas fitosanitarios, principalmente la presencia de hongos.

Al evaluar el efecto del tipo de suelo en el establecimiento de estacas de la pitahaya (*Hylocereus undatus*), Bárcenas (1994) observó que el mayor número de raíces se presenta en suelos de textura arenosa, sin embargo el mayor número de brotes y la mayor velocidad de crecimiento se obtuvo en las estacas establecidas en suelo franco arcilloso.

El pH del suelo que se reporta como óptimo para su crecimiento está entre 5.5 y 6.5 (Alonso, 1992), aunque se ha observado crecimiento de brotes en suelos ácidos con valores de pH cercanos a 3 (Acevedo *et al.*, 1996).

Aun cuando la pitahaya se desarrolla en suelos salinos como los reportados por Cruz *et al.* (1995) en Tehuacán, Puebla, se ha observado que un alto contenido de sales en el suelo no es bueno para el cultivo porque hace muy lento el desarrollo de las plantas (Acevedo *et al.*, 1996; Bárcenas-Abogado *et al.*, 2002). El tamaño de brotes disminuye en la medida en que se incrementa la concentración de sales, sin embargo, el crecimiento de las raíces no se detiene, ya que no existen diferencias significativas en el peso seco de las raíces cuando las plantas se desarrollan en un rango de Conductividad Eléctrica de la solución salina de 2.5 a 10 μmhos . Esto indica que los materiales de *Hylocereus* procedentes del Valle de Tehuacán, en Puebla, son tolerantes a la salinidad sulfático clorhídrica (Bárcenas-Abogado *et al.*, 2002), lo que coincide con Raveh *et al.* (1993), quienes identificaron su adaptabilidad a las condiciones salinas del Desierto de Negev.

Es importante mencionar que en esta zona, donde actualmente se desarrolla un gran número de plantaciones de pitahaya, los suelos son someros, pedregosos, en ocasiones halomórficos, y con diferentes grados de alcalinidad y salinidad, derivados de rocas sedimentarias y la fisiografía es muy heterogénea (Cruz *et al.*, 1995).

En el Valle de Tehuacán se han encontrado condiciones climáticas y edáficas que permiten el desarrollo comercial de la especie, por lo que en los últimos años se han abierto al cultivo de la pitahaya un gran número de lotes, utilizando prácticas más bien empíricas que con referencia experimental.

Manejo Agronómico

Las pitahayas se pueden propagar sexual o vegetativamente, es decir, por semilla o por estacas de tallos o ramas como comúnmente se les denomina. Se ha trabajado en el sistema de propagación *in vitro* (cultivo de tejidos), con muy buenos resultados (Drew y Azimi, 2002; Mohamed-Yasseen, 2002).

Aun cuando la semilla tiene un buen poder germinativo, no se utiliza este tipo de propagación porque las plantas así obtenidas tienden a presentar variaciones genéticas y se retarda el inicio de la producción (Metz *et al.*, 2000). Esta condición ha reducido la variabilidad genética en la zona (Osorio-Beristain *et al.*, 1996; 2001; Maiti *et al.*, 2002).

Para la obtención del material vegetativo se seleccionan esquejes de plantas productivas que reúnan condiciones óptimas de sanidad, vigor y producción. Los tallos o esquejes deben ser tomados de plantas en plena producción, vigorosos y de buen tamaño (de 1 a 2 metros), procurando usar esquejes no ramificados. La selección de material debe realizarse después de iniciada la floración, es decir, cuando los tallos tienen yemas reproductivas diferenciadas, lo cual sucede una vez establecida la temporada de lluvias (Rodríguez *et al.*, 1993).

Las plantas cultivadas a partir de esquejes de uno a dos metros de longitud comienzan a producir sus primeros frutos al año o a los dos años, dependiendo de la temporada en que se establezcan. Su vida productiva es muy prolongada, ya que muchos de sus esquejes producen raíces con las que renuevan o crean condiciones para convertirse en nuevas plantas; sin embargo, cuando crece sobre tutores vivos su vida útil termina con la muerte del tutor, a menos que oportunamente se reemplace éste (Rodríguez *et al.*, 1993; Castillo *et al.*, 1996).

En caso de siembra directa, el esqueje o rama se entierra de 5 a 10 cm de profundidad, aplicando materia orgánica (hojarasca y residuos vegetales) al pie del esqueje con el objetivo de conservar la humedad y crear condiciones para un enraizado rápido, el cual sucede a partir de la primera semana. En el sistema de tutorado se amarran al árbol de tres a

cuatro esquejes en posición vertical, deteniéndolos con piedras que son colocadas en la base del esqueje (Alonso, 1992; Rodríguez *et al.*, 1993).

Se debe aplicar abono al momento de la plantación, aprovechando las fuentes disponibles en la comunidad como la gallinaza (aproximadamente 2 kg por planta en producción), el estiércol de bovino o cerdos (aproximadamente 3 kg por planta), siempre bien descompuestos (Alonso, 1992; Bárcenas-Abogado *et al.*, 2002). Es importante recordar que existen múltiples antecedentes sobre la demanda de frutos producidos sin el uso de agroquímicos, los cuales adquieren un mayor valor al ser comercializados, además de que cumplen generalmente con las normas de control internacional sobre el uso de sustancias químicas durante la producción.

Por el hábito de crecimiento y el tamaño que las plantas alcanzan, se han sugerido diferentes distancias de siembra: 3 x 3 m; 3 x 1.5 m; 2 x 2 m; 1.2 x 2 m, entre otros (Aponte y Guerrero, 1990). La plantación requiere de humedad en el suelo, pero no excesos, por lo que se sugiere al inicio del periodo de lluvias.

El uso de tutores en el cultivo de la pitahaya es indispensable pues facilitan el crecimiento y desarrollo de la planta sirviéndole de sostén, y sobre todo, porque permiten que se presenten los tallos colgantes que producen frutos (Alonso, 1992; Rodríguez *et al.*, 1993; Castillo *et al.*, 1996).

Es importante cuidar que los tutores tengan una vida útil igual o mayor a la vida productiva de las plantas de pitahaya (30 años aproximadamente), que sean lo suficientemente resistentes para soportar el peso de una planta adulta en producción, ya que una planta a los tres o cuatro años puede alcanzar un peso de aproximadamente 100 Kg, su estructura y superficie debe facilitar que las raíces adventicias o secundarias de la planta de pitahaya se adhieran sin dificultad a ellos para que se sostengan fuertemente, y cuidar que no sirva de refugio a plagas u otros seres que puedan causar daño a la pitahaya (Rodríguez *et al.*, 1993; Castillo *et al.*, 1996).

El uso de tutores vivos implica seleccionar plantas arborescentes de rápido crecimiento que desarrollen una estructura adecuada para el sostén de la pitahaya. En el Valle de Tehuacán, Puebla, se utiliza el mezquite (*Prosopis* sp.), el guaje (*Leucaena* sp.) y diversos árboles de la familia *Fabaceae* como tutores. Los tutores deben ser podados para facilitar la cosecha de la pitahaya (Rodríguez, 1996).

Existen muy pocos reportes sobre el efecto de la poda en plantas de pitahaya. Observaciones directas en Tehuacán han permitido identificar las ventajas de esta práctica sobre *Hylocereus undatus* cuando se realiza después de la época de producción, ya que estimula el crecimiento de nuevos brotes productivos y mejora las condiciones de manejo (Bárceñas, 1994).

CONCLUSIONES

Las pitayas y pitahayas representan una aportación económica importante a la economía de la población local, pues a diferencia de los cultivos tradicionales, estas especies prosperan en condiciones limitantes de suelo y precipitación.

En el Valle de Tehuacán existe poca divulgación de las prácticas agronómicas que permitan incrementar la calidad y el rendimiento de estos frutos, ya que no se han cuantificado el efecto de insectos, hongos, bacterias y virus en la producción.

Se requiere del esfuerzo conjunto de diversas instituciones de investigación y divulgación en el área agrícola que permitan generar recomendaciones concretas para la producción sustentable de estos dos géneros, retomando las prácticas tradicionales de huertos multipropósito (fruta, leña, medicina) que respeten la distribución de las especies locales y sólo incrementen la población de aquellas de mayor interés económico. Prácticas que aún se pueden observar incluso en los terrenos cercanos a la carretera Tehuacán-Huajuapán.

BIBLIOGRAFÍA

- Acevedo, S. *et al.*, 1996, *Respuesta de la Pitahaya (Hylocereus spp.) a la fertilización química*, Informe final de Servicio Social, CBS, Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco.
- Alonso, M., 1992, *Guía tecnológica para la producción de Pitahaya (Hylocereus undatus)*, Comunidad Económica Europea e Instituto Nicaragüense de Reforma Agraria, San Marcos, Carazo, Nicaragua.
- Álvarez, T. *et al.*, 1998, "Aspectos biológicos de *Leptonycteris yerbabuenae* en México", en *Evolution, Ecology and Conservation of Columnar Cacti and their Mutualist*, Tehuacán, Puebla, Instituto de Ecología, UNAM, México.
- Arias, M., S. *et al.*, 1997, *Flora del Valle de Tehuacán-Cuicatlán*, Fascículo 14, *Cactaceae*, Instituto de Biología, UNAM, México.
- Arreola, H., 1999, "Taxonomía del pitayo (*Stenocereus* [Berger] Ricc.)", en Pimienta-Barrios, E. (comp.), *El pitayo en Jalisco y especies afines en México*, Universidad de Guadalajara, Guadalajara, México.
- Aponte, Ch., M. H. y E. Guerrero, 1990, *Efecto de la fertilización foliar con N, P, K, Zn, B y Mn en la producción de Pitahaya (Selenicereus megalanthus Schuman ex F. Vaupel)*, tesis de Licenciatura, Universidad Nacional de Colombia, Colombia.
- Bárceñas, P., 1994, *Efecto de tres sustratos en el enraizamiento y desarrollo de Pitahaya (Hylocereus undatus)*, Proceedings of the Interamerican Society for Tropical Horticulture, Campeche, México.
- Bárceñas-Abogado, P. *et al.*, 2002, "Respuestas de tres materiales del género *Hylocereus* a la salinidad sulfático clorhídrica" en *Revista Terra* 20:123-127.
- Becerra, L., 1986, *El cultivo de la Pitaya*, Federación Nacional de Cafetaleros de Colombia, Bogotá.
- Beltrán, M. *et al.*, 2009, "Ácido Ascórbico, Contenido Fenólico, y Capacidad Antioxidante de las Variedades Roja, Cereza, Amarilla y Blanca del Fruto del Cactus de la Pitaya (*Stenocereus Stellatus Riccobono*)", *Agrociencia* 43: 153-162.

- Bolaños, R., 1994, Maduración del fruto y producción de Pitahaya, Primer Encuentro Nacional del Cultivo de la Pitahaya, San Marcos, Carazo, Nicaragua.
- Bravo-Hollis, H., 1978, *Las cactáceas de México*, vol. I., Universidad Nacional Autónoma de México, México.
- Casas, A. et al., 2001, "Plant resources of the Tehuacán-Cuicatlan Valley, México", en *Economic Botany* 55: 129-166.
- Castillo, R. y Y. Ortiz, 1994, "Floración y fructificación de Pitajaya en Zaa-chila, Oaxaca", en *Rev. Fitotec. Mex*, vol. 17:12-19.
- Castillo, R. et al., 1996, *Guía técnica para el cultivo de la pitahaya*, Universidad de Quintana Roo, México.
- Cruz, A. et al., 1995, *Fertilización nitrogenada de la Pitahaya (Hylocereus spp.) en La Palma, estado de Hidalgo*, Informe final de Servicio Social, CBS, Universidad Autónoma Metropolitana Xochimilco.
- Dávila, P., 2002, *La flora útil de dos comunidades indígenas del Valle de Tehuacán-Cuicatlán: Coxcatlán y Zapotitlán de las Salinas, Puebla*, Informe final del Proyecto T015, Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Estudios Superiores-Iztacala, Unidad de Biotecnología y Prototipos.
- Dávila, P. et al., 1993, *Listados florísticos de México, X. Flora del Valle de Tehuacán-Cuicatlán*, Instituto de Biología, UNAM, México.
- Drew, A., y M. Azimi, 2002, "Micropropagation of red Pitaya (*Hylocereus undatus*)", en *Fruits. Acta Hort* 575:93-98
- Gibson, C. y K. E. Horak, 1978, "Systematic anatomy and phylogeny of Mexican columnar cacti", en *Annals of the Missouri Botanical Garden* 65: 999-1057.
- Granados, D. et al., 1999, "Las Pitayas de México", en *Ciencia y Desarrollo* 145 (2): 58-67.
- INEGI, 2007, *Anuario Estadístico. Puebla*, Instituto Nacional de Estadística y Geografía, México.
- Kaiser, R. y L. Tollsten, 1995, "An introduction to the scent of cacti", en *Flavor and Fragrance Journal* 10 (3):153-164

- Loza, S., T. Terrazas y L. López, 2003, *Características Morfo-Anatómicas y Metabolismo Fotosintético en Plántulas de Stenocereus queretaroensis (Cactaceae): Su Significado Adaptativo*, vol. 28, núm. 2, p.83-89.
- Luna, C. y R. Aguirre, 2001, "Clasificación tradicional, aprovechamiento y distribución ecológica de la pitaya mixteca en México", en *Inter-ciencia* 26(1): 18-24.
- Maiti, K. et al., 2002, *Variability in seed viability of seven species of cactaceae reserve biosphere of Tehuacán-Cuitlan, Mexico*, Crop Research (Hisar), vol. 23, núm. 3.
- Metz, C., et al., 2000, "Viability of Pollen of Two Fruit Crop Cacti of the Genus *Hylocereus* is Affected by Temperature and Duration of Storage", en *HortScience* 35(2):199-201.
- Mohamed-Yasseen, 2002, "Micropropagation of Pitaya (*Hylocereus undatus* Britton et Rose)", en *In Vitro Cell. Dev. Biol.—Plant* 38:427-429
- Nerd, A. et al., 1999, "Ripening and post harvest behavior of fruits of two *Hylocereus* species (Cactaceae)", en *Postharvest Biology and Technology* 17:39-45.
- Ortiz, D., 1995, *Avances en el conocimiento ecofisiológico de la Pitahaya (Hylocereus undatus)*, tesis de Doctorado, Programa de Fisiología Vegetal, Colegio de Postgraduados, Montecillo, México.
- Osorio-Beristain, O. et al., 1996, "Tipos de vegetación y diversidad β en el Valle de Zapotitlán de las Salinas, Puebla, México", en *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 59: 35-58.
- Pimienta-Barrios, E. (comp.), 2000, Simposio internacional sobre el cultivo y aprovechamiento de la Pitaya (*Stenocereus*) y la Pitahaya (*Hylocereus* y *Selenicereus*), Universidad de Guadalajara, México.
- Ramírez, F., 2006, *Manual de producción de pitaya*, Secretaría de Desarrollo Rural, Puebla, México.
- Reynoso, R. et al., 1997, "Stability of betalain pigments from a cactaceae fruit", en *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 45(8):2884-2889.
- Raveh, E. et al., 1993, Pitayas (Genus *Hylocereus*): a new fruit crop for the Negev Desert of Israel, Proceedings of the Second National Symposium, John Wiley and Sons, Nueva York.

- Raveh, E. *et al.*, 1995, "CO₂ Uptake and fluorescence responses for a shade-tolerant cactus *Hylocereus undatus* under current and doubled CO₂ concentrations", en *Physiologia-Plantarum* 3:505-511.
- Rodríguez, A., 1996, "La Pitahaya, cultivo alternativo para Yucatán", en Castillo, R. y H. Cáliz (comps.), *Primer curso teórico práctico sobre el cultivo de la Pitahaya (Memorias)*, Universidad de Quintana Roo, México.
- Rodríguez, A. *et al.*, 1993, *El cultivo de Pitahaya en Yucatán*, Universidad Autónoma Chapingo-Gobierno del Estado de Yucatán, Yucatán, México.
- Rojas-Arechiga, M., 2001, "Seed germination of wild and cultivated *Stenocereus stellatus* (Cactaceae) from the Tehuacán-Cuicatlan Valley, Central Mexico", en *Journal of Arid Environments*, vol. 49, (2)279-287.
- Valiente-Banuet A., *et al.*, 1996, "Ecological relationships between nectar-feeding bats and columnar cacti in Mexico", en *Journal of Tropical Ecology* 12:103-119.
- Valiente-Banuet, A. *et al.*, 2001, "La vegetación del Valle de Tehuacán-Cuicatlán", en *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 67: 24-74.

