



En México, la producción, comercialización e industrialización de pitayas (*Stenocereus* sp.) y pitahayas (*Selenicereus* e *Hylocereus*) se encuentra, a principios del siglo XXI, como el nopal (*Opuntia* sp.) productor de tuna y nopalito se encontraba a mediados del siglo XX. La situación se caracteriza por una demanda insatisfecha y creciente, ante lo cual los productores han optado por pasar los mejores especímenes de sus huertos familiares, incluso de los agostaderos, a sus parcelas

agrícolas para formar plantaciones comerciales, con el propósito básico de aumentar la producción de estas frutas.

A su vez, los investigadores de universidades y centros de investigación han comenzado a interesarse en ellos.

Las necesidades de generar conocimiento acerca de las pitayas y pitahayas son múltiples; no obstante, es urgente avanzar en diversos aspectos, como en: descripción de variedades, mejoramiento genético, densidad de plantación, podas, fertilización, abonado y combate de plagas, enfermedades y malezas, así como en técnicas de cosecha y poscosecha, e industrialización y desarrollo de mercados, entre otros. Esperamos que la información contenida en el presente volumen, que reúne los resultados de autores relacionados con el CIESTAAM, sea de utilidad para los productores y técnicos interesados en estos frutales, que presentan un gran potencial, tanto para el mercado nacional como para el internacional.



2003

PITAYAS Y PITAHAYAS



Claudio A. Flores Valdez
(Editor)

PITAYAS Y PITAHAYAS

Claudio A. Flores Valdez
(Editor)

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO

Pitayas y pitahayas

Producción, poscosecha,
industrialización
y comercialización



Pitayas y pitahayas

Producción, poscosecha,
industrialización
y comercialización

Claudio A. Flores Valdez
(*Editor*)

**Joel Corrales-García, Claudio A. Flores Valdez,
Manuel Ángel Gómez Cruz,
Ma. del Refugio Meráz Alvarado,
Adolfo Rodríguez Canto, Rita Schwentesius Rindermann**



PROGRAMA NOPAL/CIESTAAM
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO



Pitayas y pitahayas
Producción, poscosecha,
industrialización
y comercialización

Publicación del Programa Nopal del Centro de Investigaciones Económicas,
Sociales y Tecnológicas de la Agroindustria y la Agricultura Mundial (CIESTAAM),
Universidad Autónoma Chapingo, Tel/Fax: 01(595)952-1613/952-1506.
E-mail: ciestaam@taurus1.chapingo.mx, <http://www.chapingo.mx/ciestaam>

Primera edición en español, 2003

D.R.© Universidad Autónoma Chapingo,
Carretera México-Texcoco km. 38.5, C.P. 56230,
Chapingo, México, Tel. 01(595)952-1532,
www.chapingo.mx/ciestaam/

Reservados los derechos. Ninguna parte del material cubierto por este título
de propiedad literaria puede ser reproducida o transmitida por cualquier forma o medio
electrónico, mecánico, fotocopia, grabación u otros métodos sin el previo y expreso
permiso del editor.

ISBN: 968-884-996-0

Impreso y hecho en México

Información sobre los autores de esta obra

Joel Corrales García

Doctor en Ciencias, miembro del Programa Nopal del CIESTAAM, Profesor-Investigador del Departamento de Ingeniería Agroindustrial. Universidad Autónoma Chapingo, Tel/Fax: 01(595)952-1613, e-mail: joelcorrales@hotmail.com

Claudio A. Flores Valdez

Ingeniero Agrónomo egresado de la especialidad de Zootecnia de la ENA, Coordinador del Programa Nopal del CIESTAAM, Profesor-Investigador del Departamento de Economía Agrícola. Universidad Autónoma Chapingo, Tel/Fax: 01(595)952-1613, 952-1500 ext.5327, e-mail: nopal00@prodigy.net.mx

Manuel Ángel Gómez Cruz

Doctor en Ciencias, Coordinador del Programa Nacional Integración Agricultura-Industria (PIAI) del CIESTAAM. Universidad Autónoma Chapingo, Tel/Fax: 01(595)952-1613, 952-1506, e-mail: ciestaam@avantel.net

Ma. del Refugio Meráz Alvarado

Maestra en Ciencias, integrante del Programa Nacional Integración Agricultura-Industria (PIAI) del CIESTAAM. Universidad Autónoma Chapingo, Tel/Fax: 01(595)952-1506, e-mail: meraz35@hotmail.com

Adolfo Rodríguez Canto

Doctor en Ciencias, Profesor-Investigador del Centro Regional Universitario Península de Yucatán de la DCRU. Universidad Autónoma Chapingo, e-mail: pitahaya@prodigy.net.mx

Rita Schwentesius Rindermann

Doctora en Ciencias, Directora del CIESTAAM e integrante del Programa Nacional Integración Agricultura-Industria (PIAI) del CIESTAAM. Universidad Autónoma Chapingo, Tel/Fax: 01(595)952-1613, 952-1506, e-mail: rsr@avantel.net, ciestaam@avantel.net

PRESENTACIÓN

En México, la producción, comercialización e industrialización de pitayas (*Stenocereus* sp.) y pitahayas (*Selenicereus* e *Hylocereus*) se encuentra, a principios del siglo XXI, como el nopal (*Opuntia* sp.) productor de tuna y nopalito se encontraba a mediados del siglo XX.

La situación se caracteriza por una demanda insatisfecha y creciente, ante lo cual los productores han optado por pasar los mejores especímenes de sus huertos familiares, incluso de los agostaderos, a sus parcelas agrícolas para formar plantaciones comerciales, con el propósito básico de aumentar la producción de estas frutas. A su vez, los investigadores de universidades y centros de investigación han comenzado a interesarse en ellos.

Las necesidades de generar conocimiento acerca de las pitayas y pitahayas son múltiples; no obstante, es urgente avanzar en diversos aspectos, como en: descripción de variedades, mejoramiento genético, densidad de plantación, podas, fertilización, abonado y combate de plagas, enfermedades y malezas, así como en técnicas de cosecha y poscosecha, e industrialización y desarrollo de mercados, entre otros.

Esperamos que la información contenida en el presente volumen, que reúne los resultados de autores relacionados con el CIES-TAAM, sea de utilidad para los productores y técnicos interesados en estos frutales, que presentan un gran potencial, tanto para el mercado nacional como para el internacional.

CLAUDIO A. FLORES VALDEZ

Claudio A. Flores Valdez

**PITAYA (*Stenocereus* sp.).
PRODUCCIÓN Y COMERCIALIZACIÓN
EN MÉXICO**

Introducción

En esta parte se analiza la oferta y la demanda de pitaya en México, por región, y se proponen algunas medidas para incrementar su comercialización.

El análisis de la oferta considera las principales cuatro regiones productoras de pitaya en México (las Mixtecas de Puebla y Oaxaca, y las regiones de Michoacán, de Jalisco-Zacatecas y de Sinaloa-Sonora), e incluye las más importantes especies de recolección y cultivo del género *Stenocereus* (*S. griseus*, *S. stellatus*, *S. fricii*, *S. quevedonis*, *S. queretaroensis* y *S. thurberi*).

La demanda se analiza considerando en las razones del bajo volumen de pitaya comercializada en relación con el volumen de producción.

Finalmente, se proponen algunas medidas para mejorar las fases de producción, desespinado, industrialización y comercialización de la pitaya en México.

La oferta de pitaya en México

Hunt (1992) reporta la existencia en México de 22 de las 23 especies del género *Stenocereus* (pitayas), de los cuales, según Arreola (1999), diez son objeto de recolección en las pitayeras silvestres y cinco se encuentran bajo cultivo en huertos familiares y plantaciones (Cuadro 1).

La pitaya en México se produce en una gran superficie que incluye parte de los estados de Baja California, Baja California Sur, Sonora, Sinaloa, Nayarit, Jalisco, Zacatecas, Colima, Michoacán, Guanajuato, Querétaro, San Luis Potosí, Tamaulipas, Veracruz, Morelos, Guerrero, Puebla y Oaxaca.

En esta gran área se produce en pitayeras silvestres, huertos familiares y plantaciones.

CLAUDIO A. FLORES VALDEZ

Cuadro 1. Producción de las diferentes especies de *Stenocereus* cultivadas (x) y recolectadas (*) de poblaciones silvestres por estado

Estados	<i>Stenocereus fricii</i>	<i>Stenocereus griseus</i>	<i>Stenocereus marginatus</i>	<i>Stenocereus montanus</i>	<i>Stenocereus pruinosus</i>	<i>Stenocereus queretaroensis</i>	<i>Stenocereus quevedonis</i>	<i>Stenocereus standleyi</i>	<i>Stenocereus stellatus</i>	<i>Stenocereus thurberi</i> ^a
Baja California										*
Baja California S										*
Sonora				*						*
Sinaloa				*			*			*
Nayarit	*			*			*	*		
Jalisco	*					x *	*	*		
Zacatecas						x *				
Colima	*					x *	*	*		
Michoacán	x *		*			x *	*	*		
Guanajuato						x *				
Querétaro						x *				
San Luis Potosí		x *								
Tamaulipas		*								
Veracruz		x *								
Morelos									*	
Guerrero		x *					*			
Puebla		x *							x *	
Oaxaca		x *			x *				x *	

^a Variedad thurberi.

Fuente: Arreola-Nava (1999).

La producción se inicia en abril y termina hasta octubre (algunos autores reportan cosecha hasta noviembre y diciembre) entre las diferentes especies y variedades (Cuadro 2). Esta producción constituye la oferta de pitaya en México.

Las Mixtecas oaxaqueña y poblana

Aspectos fisiográficos y sociológicos de la producción

En Oaxaca, las regiones productoras de pitaya son: a) la Mixteca, que cubre siete distritos (Silacayoapan, Huajuapán, Coixtlahuaca, Juxtlahuaca, Teposcolula, Nochistlán y Tlaxiaco), con un total de 155 municipios, y b) la Cañada, con dos distritos (Teotitlán y Cuicatlán) y 45 municipios. Estos distritos se ubican al noroeste del estado de Oaxaca (Mapas 1, 1.1 y 1.2).

El mayor desarrollo en la producción de pitaya se presenta en cinco municipios del distrito de Huajuapán: Santiago Chazumba, Cosoltepec, San Pedro y San Pablo Tequixtepec, Santiago Miltepec y Asunción Cuyotepeji. En Puebla, la pitaya se produce principalmente en las regiones de la Mixteca y de Tehuacán; la Mixteca cubre cuatro distritos locales electorales (Izúcar de Matamoros, Tepexi de Rodríguez, Chiautla de Tapia y Acatlán de Osorio), con 63 municipios, y la región de Tehuacán comprende tres distritos (Tehuacán, Ajalpan y Tecamachalco), con 31 municipios (Anónimo, 1995). Estos distritos abarcan el sur del estado de Puebla (Mapa 2).

Las regiones mixtecas productoras de pitaya se caracterizan por su topografía muy accidentada, con predominio de geoformas denominadas montañas y cerriles, que presentan pendientes mayores de 30 % y un alto grado de erosión. Los climas predominantes son BS_0 , BS_1 , Aw_0 , $A(C)w_0$, Cw_0 y Cw_1 , de los cuales la pitaya abunda en los primeros cuatro: los semiáridos (BS), los cálidos subhúmedos (Aw) y los de transición A (C); en cambio, está casi ausente en los climas templados (C). En el Cuadro 3 se presentan los principales indicadores climáticos para algunas estaciones meteorológicas de las regiones Mixtecas.

CLAUDIO A. FLORES VALDEZ

Cuadro 2. Región, nombre científico, nombre común, épocas y sistemas de producción de las diferentes variedades de pitaya

Región	Nombre científico	Nombre común	Época de producción (meses del año)												Sistema de producción		
			E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	S ¹	H.F. ²	P ³
Oaxaca-Puebla	<i>S. griseus</i>	Pitaya de mayo				x	x								*	*	*
	<i>S. stellatus</i>	Pitaya de agosto o xoconostle								x	x	x	(x)		*	*	*
Michoacán	<i>S. quevedonis</i>	Pitaya de mayo o Pitire				x	x	x							*		
	<i>S. fricci</i>	Pitaya de aguas								x	x	x	x	(x)	*	*	
Jalisco-Zacatecas	<i>S. queretaroensis</i>	Pitayo de Querétaro				x	x	(x)							*	*	*
Sinaloa-Sonora	<i>S. thurberi</i>	Pitaya Marismeña					x	x	x	x					*		

¹ S = Silvestre. ² H.F. = Huerto familiar. ³ P = Plantaciones. (x) Meses de baja producción.

Fuente: Elaborado por el autor con base en trabajo de campo.

Cuadro 3. Principales indicadores climáticos según registros de estaciones meteorológicas de las Mixtecas poblana y oaxaqueña

<i>Estación</i>	<i>asnm (m)</i>	<i>Temperatura media anual (°C)</i>	<i>Precipitación media anual (mm)</i>	<i>Fórmula climática</i>	<i>Meses secos</i>
Izúcar de Matamoros, Puebla	1,285	22.2	856.7	$Aw_0(w)(i')gw''$	6
Chiautla de Tapia, Puebla	1,060	24.2	839.2	$Aw_0(w)(i')gw''$	6
Acatlán de Osorio, Puebla	1,213	24.1	639.7	$BS_1(h')w(w)(i')gw''$	7
Tepexi de Rodríguez, Puebla	1,746	20.9	649.7	$BS_1(h)w(w)(i')gw''$	6
Tehuacán, Puebla	1,679	18.6	479.4	$BS_1hw(w)(i')gw''$	7
Zapotitlán Salinas	1,520	21.2	450.0	$BS_0hw(e)gw''$	7
Coixtlahuaca, Oaxaca	2,130	15.8	556.4	$BS_1Kw(w)(i')gw''$	6
Cuicatlán, Oaxaca	595	25.8	513.2	$BS_0(h')w(w)(e)gw''$	8
Huajuapán de León, Oax.	1,650	20.2	735.4	$(A)Ca(w_0)(w)(i')gw''$	6

Fuente: García (1988).

CLAUDIO A. FLORES VALDEZ

Mapa 1

PITAYA. PRODUCCIÓN Y COMERCIALIZACIÓN EN MÉXICO

Mapa 1.1.

Mapa 1.2

Mapa 2

Como se puede observar en el Cuadro 3, en las Mixtecas de Puebla y Oaxaca, para la actividad agrícola no alcanzan a ser limitantes las temperaturas, pues en casi toda la región no se presentan heladas; tampoco es limitante la cantidad de precipitación, que varía de 450 a 850 mm anuales. La principal limitante es el periodo de sequía, que varía de 6 a 8 meses.

Los suelos dominantes son los de Regosol, Feozem, Cambisol, Litosol y Rendzina, todos con un alto grado de erosión eólica e hídrica. Los tipos de vegetación dominantes son: selva baja caducifolia, cardonal, chaparral y palmares. Estos últimos se desarrollan ligados a los suelos de Rendzina.

La población de esta región se caracteriza por sufrir un alto grado de marginación, con sus componentes de pobreza, bajo nivel cultural, mala alimentación, alto nivel de enfermedades, carencia de servicios (agua potable, drenaje, vías de comunicación, etc.), lo cual provoca altos niveles de migración.

Se considera que la mitad de la población de la Mixteca reside en Nueva York, Chicago, Los Angeles y en las principales ciudades de Texas, aunque también en la ciudad de México y en los campos agrícolas del noroeste del territorio nacional reside un considerable número de mixtecos (Ponce *et al.*, 1997).

Sistemas de producción

Los sistemas de producción de pitaya que se aplican son los de recolección en pitayeras silvestres, huertos familiares y plantaciones.

Las pitayeras silvestres son terrenos generalmente de agostadero, donde pastorea el ganado, las cuales anteriormente pudieron ser de cultivo (maíz, frijol o cacahuate de temporal) en los que el productor, al limpiar el terreno, no eliminó las plantas de pitaya, que generalmente se propagan con ayuda de la fauna, principalmente de aves. En este sistema, el productor sólo realiza la recolección de los frutos. Las densidades de población en las áreas pitayeras son generalmente de 100 a 300 plantas por hectárea.

Los huertos familiares están formados por los terrenos adyacentes a las casas habitación, donde las familias generalmente cultivan una amplia diversidad de plantas (frutales, ornamentales, condimenticias, medicinales, hortalizas, etc.), aunque existen comunidades en las Mixtecas en las que todos los huertos presentan como especie dominante el pitayo. En los huertos familiares los pitayos son plantados, podados y abonados (en la medida que el ganado de solar y en ocasiones los miembros de la familia excretan en el huerto; también se incorporan como abono las cenizas del fogón y otros desperdicios de la cocina). Generalmente, los huertos familiares cuentan con una gran riqueza varietal de pitayas y actualmente es el sistema con mayor superficie y producción de este fruto en las Mixtecas. En este sistema se planta a distancias de 3 m entre hileras y de 1.5 a 2 m entre plantas, para obtener una densidad es de 1,600 a 2,200 plantas por hectárea.

El sistema más reciente es el de plantación, el cual se inició en la década de 1980. En éste se utilizan las mejores variedades de los huertos familiares para plantarlas en las parcelas agrícolas; la plantación generalmente se realiza en la forma 3 x 3 (con una equidistancia de 3 m entre hileras y entre plantas), lo que resulta en una densidad de 1,089 plantas por hectárea. Algunos productores realizan microcuencas para captar el agua de la lluvia, abonan y podan, aunque son pocos los que fertilizan o combaten plagas y enfermedades. El riego en las plantaciones es casi inexistente.

En los tres sistemas es común encontrar plantas de pitaya que producen en mayo mezcladas con plantas que producen en agosto.

Especies

En la región de la Mixteca y Tehuacán se produce la pitaya de mayo (*Stenocereus griseus* Hawork) y la pitaya de agosto o xoconostle (*Stenocereus stellatus* Pfeiffer); en algunas regiones de Oaxaca a esta última se le denomina tunillo (Bautista *et al.*, 1995; Arnaud y Moran, 1995).

Ponce y Flores (2000) caracterizaron estas dos especies de la siguiente manera:

Pitaya de mayo. El grueso de su producción ocurre durante el mes de mayo, principalmente en los huertos familiares (patios de las casas); la altura de las plantas varía de 6 a 9 m, sus tallos presentan de 8 a 10 “costillas” y menor número de espinas que los pitayos de agosto (Bravo, 1978). La pulpa del fruto puede ser de color rojo, amarillo, blanco o solferino; su sabor es dulce. El fruto es poco resistente al manejo.

Pitaya de agosto. Se produce durante los meses de agosto y septiembre, principalmente en los montes, es decir, en las áreas silvestres, y también en los huertos familiares; la altura de las plantas varía de 2 a 4 m, sus tallos presentan de 8 a 12 “costillas” y mayor número de espinas que los pitayos de mayo (Bravo, 1978). La pulpa de los frutos es variable en color, las hay rojas, amarillas, blancas o lilas; su sabor es agridulce. El fruto es más resistente al manejo que la pitaya de mayo.

Variedades

En la Mixteca existe una gran riqueza varietal de pitayas; en Oaxaca las variedades de mayo más cultivadas son la roja “Dichi Cuaha” y la amarilla. Una lista de 22 variedades se presenta en el Cuadro 4.

Martínez (1993) describió las plantas y las frutas de 15 tipos de pitaya de mayo de tres localidades de la Mixteca. De acuerdo con esta descripción, las principales características del fruto se muestran en el Cuadro 5. En este cuadro puede notarse que la diversidad de tipos de pitaya de mayo es muy amplia, tanto por tamaño y peso, así como por porcentaje de cáscara y firmeza, pH y grados Brix del fruto. El autor no reportó color de pulpa, aunque recomienda realizar una búsqueda exhaustiva de tipos, ya que su estudio sólo cubrió tres comunidades.

En Oaxaca, las variedades de pitaya de agosto (xoconostle) más cultivadas son la roja y la amarilla. Una relación de variedades cultivadas se presenta en el Cuadro 6.

PITAYA. PRODUCCIÓN Y COMERCIALIZACIÓN EN MÉXICO

Cuadro 4. Variedades de pitaya de mayo encontradas en la Mixteca de Oaxaca

<i>Nombre común</i>	<i>Forma</i>	<i>Color de la pulpa</i>	<i>Categoría (según tamaño)</i>
Dichi Cuaha o Roja	Redonda	Roja	Grande/Mediana
Amarilla	Redonda	Amarilla	Mediana
Cantarito	Alargada	Roja/Amarilla	Mediana/Grande
Blanca	Redonda	Blanca	Mediana
Espina Negra	Redonda	Roja	Mediana
Melón	Alargada	Melón	Chica
Solferina	Redonda	Blanca-Rosácea	Mediana
Dichitutu	Alargada	Amarilla	Mediana
Morada	Redonda	Morada	Mediana
China	Redonda	Anaranjada	Mediana
De olla	Redonda	Roja	Mediana
San Gabriel	Redonda	Roja	Mediana
Sandía	Redonda	Roja	Mediana
Anaranjada	Redonda	Anaranjada	Mediana
Burra	Alargada	Roja	Grande
Hormiga	Redonda	Roja	Chica
Ceniza	Redonda	Amarilla	Grande
Rosa	Redonda	Rosa	Mediana
Monja	Redonda	Roja	Grande
Temolote	Alargada	Roja	Mediana
Florida	Redonda	Rosada	Mediana
Flor	Redonda	Roja	Mediana

Fuente: Olvera (2001).

Cuadro 5. Principales características de la pitaya de mayo de la Mixteca

<i>Tipo</i>	<i>Origen</i>	<i>Diámetro</i>		<i>Peso fruto (g)</i>	<i>Firmeza kg/cm²</i>	<i>pH</i>	<i>Sólidos solubles (°Brix)</i>	<i>Cáscara (%)</i>
		<i>Polar (cm)</i>	<i>Ecuatorial (cm)</i>					
Espina Negra	TIA	10.8	7.1	290.9	3.46	---	12.1	23.8
De Flor	TIA	9.7	6.8	250.3	3.57	---	10.8	22.5
Cántaro	TIA	11.3	6.5	242.9	3.94	---	11.3	21.8
Amarilla	CHI	8.5	7.0	232.5	3.84	5.7	13.4	18.7
Espina Amarilla	TIA	9.4	6.7	230.1	3.28	---	11.0	21.9
Enana	CHI	8.8	6.6	200.4	4.52	4.3	11.8	28.7
Agria	CHI	8.5	6.5	189.2	2.50	4.7	11.0	22.6
Organal	CHI	8.6	6.3	187.7	2.53	5.3	11.7	24.9
Agradable	CHI	7.4	6.2	155.9	2.96	---	12.0	21.1
Boluda	CHI	7.2	6.2	154.6	4.14	5.1	12.4	19.9
Vidriosa	CHI	7.1	5.9	148.2	3.56	5.4	9.9	22.2
De Riego	CHI	7.5	5.9	140.8	3.32	---	11.9	16.1
Hormiga	TIA	6.8	5.9	133.9	2.81	---	12.2	22.3
Roja	TEP	6.5	5.4	111.6	4.62	---	12.2	23.9
Amarilla	TEP	6.3	5.3	100.4	2.20	---	12.7	19.3

TIA: Tlanguistengo, municipio de Chazumba, Oaxaca; CHI: Chichihualtepec, municipio de Chazumba, Oaxaca; TEP: Tepeyahualco, municipio de Tepeyahualco, Puebla.

Fuente: Martínez (1993).

Cuadro 6. Variedades de pitaya de agosto (xoconostle) cultivadas en la Mixteca de Oaxaca

<i>Nombre común</i>	<i>Forma</i>	<i>Color de la pulpa</i>	<i>Categoría según tamaño</i>
Roja	Redonda	Roja	Mediana
Amarilla	Redonda	Amarilla	Mediana
Blanca	Redonda	Blanca	Mediana
Morada	Redonda	Morada	Mediana
San Pedro	Redonda	Blanca/Roja	Grande
Rosa	Redonda	Rosa	Mediana
Solferina	Redonda	Blanca-Rosada	Mediana

Fuente: Olvera (2001).

Época de producción

La producción de la pitaya de mayo se inicia en abril y termina en mayo; de la pitaya de agosto inicia la cosecha en agosto y termina en octubre en las zonas bajas, en las zonas altas se prolonga hasta noviembre (Olvera *et al.*, 2000).

Superficie en producción

En el Cuadro 7 se reportan las superficies de producción de los cinco principales municipios de Oaxaca productores de pitaya en plantaciones.

Cuadro 7. Superficie de plantaciones de pitaya en la Mixteca de Oaxaca (ha)

<i>Tipo de pitaya</i>	<i>Desarrollo</i>	<i>Producción</i>	<i>Total</i>
Pitaya de mayo	72	60	132
Pitaya de agosto	17	14	31
Total	89	74	163

Fuente: Olvera (2001).

Con base en esta información y estimaciones propias se puede decir que el estado de Oaxaca tiene un mínimo de 300 ha de pitaya, de las cuales 250 podrían ser de pitaya de mayo y 50 de pitaya de agosto o xoconostle.

En el estado de Puebla (Ponce y Flores, 2000) se ha señalado la presencia de plantas de pitaya de mayo en 13 municipios, y de agosto (xoconostle) en 21 (Cuadro 8).

Cuadro 8. Presencia de pitayas de mayo y de agosto en la Mixteca poblana

<i>Cuenca</i>	<i>Municipios</i>	<i>Pitaya de mayo</i>	<i>Pitaya de agosto</i>
Río Nexapa	Coatzingo		X
	Ahuatlán	X	X
	Epatlán	X	X
	San Felipe Xochiltepec	X	X
	Teopantlán		X
	Tepexco		X
	Chiautla de Tapia		X
	Teotlalco		X
	Huehuetlán		X
	Jolalpan	X	
Río Atoyac	Molcaxac	X	X
	Santa Inés Ahuatempan	X	
	Tepechi de Rodríguez	X	X
	Tehuiztzingo	X	X
	Axutla		X
	Tulcingo del Valle	X	X
Río Tizaac	Totoltepec de Guerrero	X	X
	Xayacatlán de Bravo	X	X
	San Jerónimo Xayacatlán	X	X
	Acatlán de Osorio	X	X
	San Pablo Anicano		X
	San Pedro Yeloixtlahuaca		X
	Guadalupe Santa Ana		X

Fuente: Ponce y Flores (2000).

Volúmenes de producción

Las plantas de pitaya en la Mixteca comienzan a producir al 3er. o 4° año de plantadas. Se reporta para los dos primeros años (Olvera, 2001), un rendimiento de 1 t/ha; del 3er. al 5° años, 2; del 6° al 8°, 10; del 9° al 10°, 15; del 11° al 16°, 26, y del 17° al 22° años, de 24 t/ha. Así, durante su vida productiva, la pitaya tiene un rendimiento medio de casi 17 t/ha.

Con base en este rendimiento medio, Olvera (2001) estima una producción global para los 5 municipios del Distrito de Huajuapán de 1,258 toneladas anuales y con esa base se estima que la Mixteca de Oaxaca debe producir alrededor de 2,500 toneladas.

Costos de producción

Respecto a los costos, Olvera (2001) reporta para una hectárea de pitaya en la Mixteca de Oaxaca lo siguiente:

Costos de establecimiento de la plantación (1er año)	\$19,412.00
Costos de desarrollo y crecimiento (2° y 3° años)	800.00
\$400.00 por año	
Costos totales de establecimiento y desarrollo, prorrateados entre los 22 años de etapa productiva (20,212.00/22)	919.00

- a) *Los costos directos anuales* del 4° al 25° año varían de \$1,799.00 a \$4,999.00, y sumas en total \$62,938.00, que al dividirlos entre los 22 años de producción del cultivo se obtiene un promedio anual de \$2,861.00.

b) *Costos indirectos:*

Renta de la tierra			800.00
\$800.00 por ha			
Depreciación=	$\frac{\text{Inversión inicial}}{\text{Etapa productiva}}$	$\frac{\$20,212.00}{22}$	= \$919.00
<i>Interés a capital:</i>			
Inversión inicial x	Tasa de interés anual (15 %) =	\$20,212 x 0.15	= \$3,032.00
Total costos indirectos anuales:			\$4,751.00

En el Cuadro 9 se presenta un resumen de los costos de producción.

Cuadro 9. Costos de producción promedio anual de pitaya en la Mixteca de Oaxaca

<i>Costos</i>	<i>Costos por ha (\$)</i>	<i>Costos por tonelada (\$)</i>	<i>Costos por reja 25 kg (\$)</i>	<i>Costos por kg (\$)</i>
Directos	2,861.00	167.53	4.18	0.17
Indirectos	4,751.00	278.21	6.95	0.28
Totales	7,612.00	445.74	11.13	0.45

Fuente: Olvera (2001).

En el cuadro citado se puede observar que los costos de producción por tonelada, reja o kilogramo, son bajos, en comparación con los precios de venta del producto (Cuadro 12).

Comercialización

La comercialización de la pitaya de los cinco principales municipios productores de la Mixteca de Oaxaca se realiza a través de la Unión de Ejidos y Comunidades “Dichi Cuaha”, y de los intermediarios.

Los costos de empaque y comercialización de la citada Unión se presentan en el Cuadro 10 y en el Cuadro 11 los costos en que incurren los intermediarios.

Cuadro 10. Costos de empaque y comercialización de pitaya que tiene la Unión de Ejidos y Comunidades “Dichi Cuaha”

<i>Concepto</i>	<i>Costos por kg (\$)</i>	<i>Costos por reja 15 kg (\$)</i>	<i>Costos por reja 25 kg (\$)</i>
Fruta	5.00	75.00	125.00
Costos de empaque:			
Mano de obra	0.24	4.00	6.00
Reja	0.32	6.00	8.00
Costos de comercialización:			
Flete	1.00	15.00	25.00
Comisión al bodeguero (10 %)	0.65	10.00	16.00
Total	7.21	110.00	180.00
Utilidad esperada	2.00	30.00	50.00
Precio mínimo de venta	9.21	140.00	230.00

Fuente: Olvera (2001).

Cuadro 11. Costos promedio de empaque y comercialización de pitaya en que incurren los intermediarios

<i>Concepto</i>	<i>Costos por kg (\$)</i>	<i>Costos por reja 25 kg (\$)</i>
Materia prima (fruta)	3.20	80.00
Costos de empaque:		
<i>Mano de obra</i>	0.30	7.50
<i>Reja</i>	0.32	8.00
<i>Transporte para acopio</i>	0.50	12.50
Costos de comercialización:		
<i>Flete al mercado</i>	0.50	12.50
Total	4.82	120.50

Fuente: Olvera (2001).

Como se puede notar, los intermediarios pagan menos al productor, \$3.20 por kilogramo de pitaya (entregada en parcela o casa del productor), contra el precio al que paga la Sociedad “Dichi Cuaha”, \$5.00 por kilogramo (entregada en planta); además, esta última incurre en costos de procesamiento y flete más altos, de manera que el costo para el intermediario es de \$4.82 por kilogramo de \$120.50 por reja de 25 kilogramo, en tanto que el de la sociedad es de \$7.21 por kilogramo o de \$180.00 por reja de 25 kg. Los mercados a los que se envía la fruta se especifican en el Cuadro 12.

Cuadro 12. Canales de comercialización, destinos, cantidades comercializadas de pitaya y precios medios por kilogramo

<i>Canal de comercialización</i>	<i>Destino</i>	<i>Cantidad comercializada (t)</i>	<i>Precios</i>	
			<i>Por kg</i>	<i>Por reja de 25 kg</i>
Unión de Ejidos y Comunidades “Dichi Cuaha”	Central de Abastos, D.F.	14.0	12.00	300.00
	Huajuapán de León, Oaxaca	2.0	8.00	200.00
Intermediarios	Mercados locales	112.0	7.00	175.00
	Tehuacán, Puebla	160.0	8.00	200.00
	Acatlán, Puebla	160.0	8.00	200.00
	Huajuapán de León, Oaxaca	160.0	8.00	200.00
	Ciudad de Puebla	32.0	10.00	250.00
Total		640.0		

Fuente: Olvera (2001).

Organización de productores

La Unión de Ejidos y Comunidades “Dichi Cuaha”, fundada en 1989, cuenta con 455 productores afiliados, sin embargo, en el año 2000 sólo el 10 % de ellos comercializó su fruta a través de la Unión, siendo el total comercializado de 16 toneladas. En ese año también se enviaron, a través de Cosmos, S.A., muestras a Japón, con malos resultados, debido a que la fruta llegó en mal estado.

La Unión dispone de una bodega que cuenta con energía eléctrica, fuente de agua y cámara de refrigeración (que no funciona por falta de motor); también dispone de una pequeña planta y equipo (esterilizadores de frascos y llenadora) para la fabricación de mermelada de pitaya, que en los últimos años no ha operado. Se considera que si la Unión se fortalece comercializando más toneladas, los productores resultarán beneficiados, porque les paga un mejor precio por su pitaya que el que pagan los intermediarios.

Estado de Michoacán

Aspectos fisiográficos de la producción

Los pitayeros en Michoacán se desarrollan principalmente en 14 municipios de tres regiones del estado: Medio Balsas (Huetamo, Churumuco, San Lucas, Tiquicheo, Carácuaro y Turicato), Valle de Tepalcatepec o de Apatzingán (La Huacana, Nueva Italia, Apatzingán, Buenavista, Tomatlán y Tepalcatepec) y la región costera (Arteaga y Tumbiscatío) (Mapa 3). En todos estos municipios se reporta la pitaya de mayo o pitire (*Stenocereus aff. quevedonis*) y sólo en cinco (La Huacana, Churumuco, Huetamo, San Lucas y Arteaga), se reporta la pitaya de aguas, *Stenocereus fricci* (Rebollar *et al.*, 1997).

Los climas en esta amplia región varían de BS₀, BS₁, a Aw₀, con precipitaciones de 560 a 985 mm, promedio anual, y temperatura de 23.0 a 29.1 °C media anual, con la característica de que todos los climas presentan siete meses de sequía (la precipitación se concentra en cinco meses) (Cuadro 13).

MAPA 3

Cuadro 13. Registros climatológicos de algunas estaciones meteorológicas de municipios donde se produce pitaya en Michoacán

<i>Estación</i>	<i>Asnm (m)</i>	<i>Temperatura media anual (°C)</i>	<i>Precipitación media anual (mm)</i>	<i>Fórmula climática*</i>	<i>Meses secos</i>
Buenavista Tomatlán	500	27.1	560.2	BS ₀ (h') w (w) (i') g	7
Tepalcatepec	974	29.1	634.0	BS ₀ (h') w (w) (i') gw''	7
Nueva Italia	400	27.3	698.2	BS ₁ (h') w (w) i g	7
Turicato	740	23.8	705.8	BS ₁ (h') w (w) (i') g	7
La Huacana	550	27.4	918.8	Awo (w) i g w''	7
Churumuco	190	29.1	673.6	BS ₁ (h') w (w) (i') g	7
Huetamo	427	29.1	805.9	BS ₁ (h') w (w) (i') g	7
Arteaga	860	23.0	985.0	Awo (w) i	7

Fuente: García (1988).

Los suelos son en su mayoría muy pobres en fertilidad y de poca profundidad: esqueléticos (menos de 10 cm) y someros (10 a 30 cm), de texturas medias y baja retención de humedad. Se clasifican como regosoles, litosoles o luvisoles, y se hallan asociados con las sierras, lomeríos y mesetas. En las partes planas de las llanuras y valles son delgados (30 a 50 cm), aunque en algunos casos son más profundos (más de 50 cm), de texturas medias a finas y más fértiles, tal es el caso de los vertisoles, feozem y fluvisoles (Rebollar *et al.*, 1997). La vegetación predominante en esta región es la selva baja caducifolia.

La producción de pitayas es aprovechada para autoconsumo y la venta local, constituyendo en este último caso un ingreso importante para las familias de escasos recursos, dados los pobres ingresos que obtienen con los cultivos tradicionales, como el maíz, ajonjolí, sorgo y frijol, a consecuencia de la errática y reducida precipitación pluvial y la pobreza de los suelos (Rebollar *et al.*, 1997).

Sistemas de producción

a) Pitaya silvestre

Rebollar *et al.* (1997), respecto a las características del medio en que se desarrollan los pitayeros y su distribución geográfica, señalan lo siguiente:

- Pitaya de mayo

Las plantas de pitaya de mayo, *Stenocereus aff. quevedonis*, se encuentran asociadas con la vegetación de selva baja caducifolia y matorral xerófilo crasicaule, distribuyéndose desde Sinaloa, límites de Jalisco y Nayarit, Guerrero y Michoacán. En Guerrero se halla cerca de Acapulco y Zihuatanejo, en Michoacán es abundante en la cuenca baja del río Tepalcatepec, y en la cuenca baja del río Balsas se le encuentra compartiendo territorio de ambos estados, particularmente en las llanuras, lomeríos y sierras circundantes a la Presa Infiernillo, en altitudes que van de los 200 a 500 msnm (Castillo *et al.*, 1983).

El fruto, conocido como “pitire”, se recolecta para su venta en los mercados locales y regionales. La fruta alcanza muy buenos

precios al inicio de la temporada, lo cual propicia una fuerte competencia en su recolección (Díaz, 1995). En las áreas de distribución de la pitaya de mayo las condiciones ambientales son muy adversas, similares a las de la pitaya de aguas.

En Michoacán, la especie se halla sólo silvestre en tres de las regiones del estado: cuenca media del Balsas, donde es muy abundante en los municipios de Huetamo y Churumuco y también se recolecta, aunque en menor escala, en San Lucas, Tiquicheo, Carácuaro y Turicato. En la región del Valle de Tepalcatepec o de Apatzingán se aprovecha en el municipio de La Huacana y en menor medida en los de Nueva Italia, Apatzingán, Buenavista, Tomatlán y Tepalcatepec. En la región costera la recolección de esta fruta es importante para algunas comunidades de los municipios de Arteaga y Tumbiscatio. El área de distribución y la distribución de la pitaya de mayo son mayores que las de la pitaya de aguas (Mapa 3).

- Pitaya de aguas

Los pitayeros se distribuyen en los estados de Jalisco, Colima y Michoacán. Son abundantes en la cuenca del río Tepalcatepec y del Balsas, y se desarrollan en la selva baja caducifolia en asociación con *Stenocereus aff. quevedonis*, se extienden hacia el norte por la franja costera de Colima y Jalisco, penetrando en la selva mediana subperenifolia, desde la bahía de Manzanillo hasta la punta Farallón, y más hacia el norte en la selva baja subperenifolia que bordea la bahía de Chamela (Sánchez-Mejorada, 1973).

En Michoacán, las pitayeras silvestres se distribuyen ampliamente en los municipios de Arteaga, La Huacana, Churumuco, Huetamo y San Lucas. En las llanuras y valles las pitayas de aguas pueden encontrarse asociadas con las de pitaya de mayo, que por lo común son las que predominan, pero hacia las partes más altas, de vegetación densa y donde la humedad es relativamente mayor, predomina la pitaya de aguas, al grado que en algunos lugares no se encuentra la de mayo. Este tipo de pitaya (de aguas) es aprovechada para el autoconsumo y venta local, lo cual genera un ingreso importante para las familias de escasos recursos, donde los cultivos tradi-

cionales como el maíz, ajonjolí, sorgo y frijol, no prosperan o producen poca cosecha, debido a la errática y reducida precipitación pluvial y a la pobreza de los suelos.

En el pasado, la especie ocupó parte de las llanuras de las cuencas de los ríos Tepalcatepec y Balsas, pero paulatinamente se ha venido eliminando al dedicar muchas de esas tierras al cultivo de especies anuales y al pastoreo extensivo de ganado bovino. En la actualidad aún se observa en las llanuras con fuerte obstrucción de suelos (pedregosos y poco profundos), en los lomeríos cercanos a las mismas, y en muchas de las cañadas y laderas de las sierras bajas de ambas cuencas, particularmente dentro de los municipios ya señalados (Mapa 3).

b) Pitaya en huertos familiares

Las plantas de pitaya de aguas se cultivan en huertos familiares en las comunidades del municipio de Huetamo y de Churumuco (Rebollar *et al.*, 1997), principalmente en la comunidad de Santiago Conguripo ubicada en una llanura a la orilla del río Balsas, cuya altitud es de 300 msnm, clima semiseco, muy caluroso, $BS_1(h')$, con temperatura media anual de 29 °C y precipitación pluvial anual promedio de 700 mm; los suelos son de origen aluvial conocidos como “bajiales”, profundos (50 cm o más de profundidad) y de textura migajón-arenosa. En la comunidad, este tipo de pitaya se cultiva desde hace 80 o más años. Los huertos son pequeños y se encuentran dentro del mismo poblado, sus dimensiones van desde unos 100 a 1,600 m². La distribución de las plantas en los pequeños huertos es generalmente irregular y suele también encontrarse como cercas vivas para delimitar el traspacio de las viviendas.

En el municipio de Churumuco, el cultivo de la pitaya es importante en el poblado de la Quiringuca, localizado en un pequeño valle a pocos kilómetros de la cabecera municipal. Este lugar presenta clima seco muy caluroso, con temperatura media anual de 29 °C y precipitación pluvial promedio anual de 600 mm. Los suelos son similares a los de la comunidad de Santiago Conguripo, aunque también se encuentran suelos de texturas finas o “barriales”. Los huertos son

también pequeños, con pocos árboles de pitaya, dispersos y viejos en su mayoría; los árboles pitayeros jóvenes, de 15 a 20 años de edad, se observan en menor proporción. Los valles cercanos al poblado fueron incorporados a la siembra de cultivos anuales y con ello se eliminaron los pitayeros que otrora crecían allí en forma silvestre y como parte de la vegetación natural de la selva baja caducifolia.

Los poblados de Santa Elena, San Juan, Cuitzan (Cuicha) y Timbiriche, entre otros, incluso el municipio de Churumuco, son conocidos en gran parte por la pitaya de aguas que en ellos se produce. Sin embargo, en estos lugares no existen pequeños huertos establecidos, solamente árboles dispersos dentro del área urbana y de uno a cinco en los solares de las viviendas. En contraste con la pitaya de aguas, la pitaya de mayo no se cultiva en huertos familiares en Michoacán.

c) Pitaya en plantaciones

Recientemente, la Unión de Campesinos del Sur A.C., con el apoyo del gobierno del estado de Michoacán, ha establecido plantaciones de Pitiri, Pitaya y Pachona (consideran que esta última es otra especie) en seis municipios, las cifras aparecen en el Cuadro 14.

Cuadro 14. Siembras de Pitiri, Pitaya y Pachona en seis municipios de Michoacán en 2001 (cifra superior) y 2002 (cifra inferior)

<i>Municipio</i>	<i>Pitiri</i>	<i>Pitaya</i>	<i>Pachona</i>
La Huacana	122.00	60.00	2.00
	75.00	55.50	4.50
Nueva Italia	---	10.00	---
	---	---	---
Aguililla	---	8.00	---
	---	---	---
Arteaga	64.25	41.00	31.00
	2.30	114.00	13.00
Tumbiscatio	---	---	15.00
	---	---	47.90
Churumuco	90.00	15.75	---
	100.00	200.00	---
Total	453.55	504.25	113.40

Fuente: García (2002).

Especies

En Michoacán son importantes tanto la pitaya de aguas, *Stenocereus fricci*, como la pitaya de mayo, *Stenocereus aff. quevedonis*.

Variedades

Las variedades de pitaya de aguas reportadas para Michoacán y sus características se presentan en Cuadro 15, y la de pitaya de mayo en el Cuadro 16.

Las variedades más abundantes son la pachona y la blanca, cuyos frutos son dulces cuando maduran, pero con un ligero sabor amargo y son mucho más pequeños que los de la pitaya de aguas; al madurar en el árbol, la mayoría de los frutos se revientan en su parte superior, quedando expuestos a mayores daños en su pulpa, por lo que deben cosecharse antes de que revienten (Rebollar *et al.*, 1997).

Época de producción

Los pitayeros empiezan a producir después de cuatro o cinco años de plantados, siempre que se les brinde el manejo adecuado: despunte, fertilización, control de malezas, cajeteos y otras prácticas.

La pitaya de mayo en Michoacán se cosecha desde finales de abril, todo mayo y hasta principios de junio.

La pitaya de aguas se cosecha de agosto a noviembre, cuando el temporal es irregular; de agosto a septiembre, con temporal más definido, y en algunos sitios de mejor temporal la cosecha puede prolongarse hasta enero (Díaz, 1995). Los mayores volúmenes se cosechan del 15 de agosto al 15 de septiembre.

Superficie en producción

La superficie en desarrollo y producción de pitaya para el estado de Michoacán no se conoce, sin embargo, se reporta información que puede ser útil al lector (Rebollar *et al.*, 1997) .

Cuadro 15. Variedades de pitaya de aguas en Michoacán

<i>Nombre</i>	<i>Forma del fruto</i>	<i>Color de la pulpa</i>	<i>Peso promedio del fruto (g)</i>	<i>Peso de la pulpa</i>	<i>Comunidad y/o municipio</i>
Roja grande	Globoso	Roja encendida	306.70	232.87	Santiago Conguripo, Huetamo
Roja chica	Globoso	Roja	141.20	94.01	Santiago Conguripo, Huetamo
Amarilla	Globoso	Roja amarillenta	118.30	86.63	Santiago Conguripo, Huetamo
Guinda	Pera	Roja guinda	211.50	159.41	Santiago Conguripo, Huetamo
Roja redonda	Redonda	Roja	179.40	118.40	La Quiringuca, Churumuco
Roja aperada	Pera	Roja	163.60	109.28	La Quiringuca, Churumuco
Rosada	---	Rosa	---	---	Santa Elena, Churumuco
Aperada	Pera	---	200.00	---	El Capire, La Huacana
Roja chica	---	Roja	---	---	El Capire, La Huacana
Enchilada	---	---	60.00	---	El Capire, La Huacana

Fuente: Rebollar *et al.* (1997).**Cuadro 16. Variedades de pitaya de mayo en Michoacán**

<i>Nombre</i>	<i>Forma del fruto</i>	<i>Color de la pulpa</i>	<i>Peso promedio del fruto (g)</i>	<i>Peso de la pulpa</i>	<i>Comunidad y/o municipio</i>
Rosada o blanca	Esférico	Rosada	---	---	Rancho Viejo, Huetamo
Roja	Globoso	Roja	---	---	Rancho Viejo, Huetamo
Roja tardía	---	Roja	---	---	Rancho Viejo, Huetamo
Blanca	---	Blanca	50.1	39.18	Churumuco, La Huacana
Amarilla	---	Amarilla	53.2	44.00	Churumuco, La Huacana
Mamey	---	Mamey	45.5	36.58	Churumuco, La Huacana
Rosada	---	Rosada	31.8	23.79	Churumuco, La Huacana
Enchilada	---	Roja amarillenta	41.2	31.39	Churumuco, La Huacana
Pitire pachón	---	---	39.2	27.75	Churumuco, La Huacana
Pachona	---	---	73.5	45.72	Churumuco, La Huacana

Fuente: Rebollar *et al.* (1997).

Para la pitaya de aguas se reportan superficies en producción en áreas de vegetación natural de selva baja caducifolia, pastoreadas por ganado bovino y caprino, la densidad de población de la especie se estima en 25.4 árboles o individuos por hectárea. Cabe señalar también que su distribución no es homogénea o aleatoria, sino que se halla localizada en áreas relativamente compactas con número de árboles variable. Tal situación tiene relación, al parecer, con condiciones particulares de suelo y de microclima.

En huertos familiares, el número de pitayeros de aguas por huerto varía de 20 a 150, siendo más común números de entre 80 y 100 árboles en espacios de 300 a 450 m². La distancia entre hileras varía de 3 a 4.5 m y entre árboles de 0.8 a 2.5 m, con un promedio estimado de 3.5 y 1.8 m, respectivamente. La densidad de población fluctúa de 1,000 a 4,000 plantas por hectárea, estimándose un promedio de 1,500. La orientación de las hileras (filas o surcos) en algunos huertos está de Norte a Sur, y en otros de Este a Oeste.

Para la pitaya de mayo, la densidad de población de plantas en áreas de vegetación natural o poco perturbada, principalmente xerófila crasicaule, bajo pastoreo de ganado bovino o caprino, se estima un promedio de 91 árboles pitayeros por hectárea. La distribución de la especie se observa en áreas extensas y más o menos homogéneas.

Volúmenes de producción

Para Michoacán no se han estimado los volúmenes de producción, dado que se desconocen las superficies ocupadas por la pitaya, tanto en poblaciones silvestres como en los huertos familiares; sin embargo, se ha reportado (Rebollar *et al.*, 1997) información interesante sobre los rendimientos.

“El rendimiento de la pitaya está en función de la edad de la planta, del número de brazos terminales por planta, del número de frutos por brazo y del peso del fruto” (Llamas, 1984).

En la pitaya de aguas (*Stenocereus fricci*) cultivada en Santiago Conguripo, Michoacán, donde la edad de los huertos varía de 18 a

80 años, la cosecha de frutos diaria promedio es de 8 en plantas jóvenes, 19 en adultas y 5 en plantas viejas (Díaz, 1995; Díaz y Cedi-
llo, 1996). Asimismo, estos autores señalan que la superficie por
huerto varía de 240 a 5,000 m², donde se cosechan de 20 a 240 ca-
jas de 20 kg en la temporada o al año. Con base en estos datos se
estima que los rendimientos que se obtienen son, como mínimo, 5
toneladas por hectárea al año, y un máximo de 17.

En pequeños huertos con alta densidad de plantas, de 2,000 a
3,000, algunos de los mejores productores de Santiago Conguripo
alcanzan cosechas de 850 a 2,000 kg/año en lotes de 300 a 400 m²,
con número de 90 a 100 pitayeros, es decir, de 25 a 40 t/ha/año. El
rendimiento de los árboles se incrementa con la edad, hasta alcan-
zar, en promedio, 13.9 kg a los 18 años y 25 kg cuando llegan a los
60 años. Los rendimientos se asocian mucho con el número de bra-
zos terminales de las plantas, que son los que florecen y producen
frutos.

Si se mide el rendimiento en cajas, la producción de los huertos
de referencia (90 a 100 plantas en 300 a 400 m²) es de 2 a 4 cajas
diarias en la época de mayor producción. La caja pesa 15 kg apro-
ximadamente y tiene una capacidad de 7 a 10 docenas de frutos.
Cuando el fruto es grande, de 300 a 400 g, la capacidad de una caja
son 7 docenas (84 frutos), lo que resulta en cajas de entre 25 y 33 kg.

En poblaciones silvestres de pitaya de mayo (*Stenocereus aff.*
quevedonis), el peso promedio de fruto es de 40 g y el rendimiento
promedio por árbol se estima en 600 frutos por año, lo que equivale
a 24 kg/año. Tomando en cuenta la densidad promedio de dicha es-
pecie, estimada en 91.0 árboles/ha, resulta que el rendimiento as-
ciende a 2, 184 kg/ha.

Costos

Para el estado de Michoacán no se reportan estudios de costos de
producción; sin embargo, podemos considerar que la fruta de reco-
lección de las pitayeras silvestres tiene como costo únicamente la co-
secha y acarreo y de los huertos familiares; aparentemente no se

abonan, fertilizan, riegan, ni combaten plagas y enfermedades, por lo que el costo sería mínimo: sólo plantación y podas. Además, buena parte de los huertos están constituidos por pitayos viejos, de hasta 80 años.

Comercialización

Rebollar *et al.* (1997) reporta la siguiente información sobre la comercialización:

En Michoacán los tipos de pitaya de aguas que tienen mayor aceptación son la roja grande y la guinda; en las del tipo de mayo, la rosada y la roja. Sin embargo, cuando escasea la fruta cualquier variedad se consume y comercializa. En las comunidades hay personas que acaparan la producción y son quienes se encargan de distribuirla en los mercados regionales de Huetamo, Churumuco, La Huacana, Arteaga, Apatzingán, Nueva Italia y otros dentro del mismo estado, así como en los mercados de Ciudad Altamirano, Guerrero y Tejupilco, Estado de México. Esporádicamente pueden llegar a mercados más grandes, como los de Morelia, Uruapan y Zitácuaro. Cuando la pitaya no se vende a los acaparadores, son los mismos productores y/o recolectores quienes la llevan directamente a los mercados donde alcanzan mejores precios.

El fruto se comercializa por pieza o por kilogramo. Los precios varían de acuerdo con la oferta y la demanda: al inicio de la temporada el precio es alto, después disminuye sensiblemente al aumentar la oferta del producto o por la presencia en el mercado de otras frutas. La demanda regional es alta, pero también lo es la competencia entre los recolectores (Díaz, 1995). En 1994 las familias recolectoras de pitaya de mayo obtuvieron diariamente de 3 a 30 docenas, con un promedio de 7 docenas por día, por familia, principalmente en mayo, cuando la producción es más abundante. En abril y mayo de 1997, la pitaya de mayo se cotizó de \$3.00 a \$4.00 la docena, pagados al recolector por el intermediario, y de \$6.00 a \$8.00, vendida al consumidor en los principales mercados regionales.

Por su parte, los productores de pitaya de aguas de Santiago Conguripo cosecharon en el mes de septiembre de 1994 de 2 a 12 docenas, con un promedio de 8.4 docenas por día, por productor, que vendieron al intermediario a \$8.50/docena, en promedio, aunque el precio varió desde \$7.00 a \$15.00 por docena. En ese año el precio promedio del fruto fue de \$0.70 (Díaz, 1995). Sin embargo, en 1996 el precio de la caja osciló entre \$50.00 y \$100.00; la docena, de \$6.00 a \$15.00, y el fruto de \$0.70 a \$1.25, con un promedio de \$0.90. Con base en el precio regional promedio del fruto y el número de docenas cosechadas por día (8.4 en promedio), los productores lograron ingresos por concepto de la venta de la pitaya por la cantidad de \$71.40 diarios en 1994 y de \$90.90 en 1996, por un periodo de por lo menos un mes.

Organización de productores

De Michoacán no se reporta organización alguna para la producción, industrialización o comercialización entre los productores de pitaya.

Estados de Jalisco y Zacatecas

Aspectos fisiográficos de la producción

En el estado de Jalisco se reportan dos zonas productoras de pitaya, una al sur con 12 municipios (Zacoalco de Torres, Techaluta de Montenegro, Amacueca, Atoyac, Sayula, Teocuitatlán de Corona, Chapala, Ciudad Guzmán, Tolimán, Autlán de Navarro, Juchitlán y Tecolotlán) y otra al norte, con cinco municipios: San Cristóbal de la Barranca, San Martín de Bolaños, Villa Guerrero, Totatiche y Colotlán (Arreola, 1990; Huerta, 1998). Muy ligada a esta última zona se encuentra la producción pitayera de Zacatecas en el cañón de Juchipila (Mapas 4 y 5).

En esta amplia área predominan las sierras y lomeríos, y los climas BS (semiárido), y (A) C (semicálido de transición entre los climas tropicales A y los templados C) (Cuadro 17).

MAPA 4

CLAUDIO A. FLORES VALDEZ

MAPA 5

Cuadro 17. Principales indicadores climáticos de estaciones meteorológicas de las zonas pitayeras de Jalisco y Zacatecas

<i>Estación</i>	<i>Asnm (m)</i>	<i>Temperatura media anual (°C)</i>	<i>Precipitación media anual (mm)</i>	<i>Fórmula climática</i>	<i>Meses secos</i>
Atoyac	1,350	21.2	685.9	BS ₁ hw (w) (i')g	7
Chapala	1,523	20.0	879.2	(A) Ca (W ₁) (w) (i) g	7
Cd. Guzmán	1,535	20.2	703.5	(A) Ca (Wo) (w) (i')	8
Sayula	1,366	21.4	837.7	(A) Ca (Wo) (w) (i') g	6
Autlán de Navarro	920	23.5	707.9	BS ₁ (h') w (I') w''	7
Juchitlán	1,237	22.5	633.5	BS ₁ (h') w (I') g	7
Tolimán	740	24.6	570.0	BS ₁ (h') w (I')	7
Totatiche	1,770	18.0	759.2	(A) Ca (Wo) (w) (e)	7
Villa Guero	1,785	21.0	772.4	(A) Ca (Wo) (w) (i') g	7
Juchipila, Zacatecas	1,240	22.5	710.4	BS ₁ (h') hw (w) e	8

Fuente: García (1988).

Como se observa en el cuadro anterior, en la subcuenca de Sayula dominan los climas (A) C y altitudes que varían de 1,350 a 1,550 msnm, en cambio, en la región de Autlán predominan los climas BS y altitudes de 750 a 1,300 msnm. En la región norte del estado son preponderantes los climas (A) C, y altitudes superiores a los 1,700 msnm. En Juchipila, Zacatecas, la altitud es de 1,240 m y el clima es BS, con 8 meses de sequía. En estos estados, las zonas pitayeras se caracterizan por presentar precipitaciones anuales promedio entre 500 y 900 mm, pero con una amplia época de sequía que varía de 6 a 8 meses al año.

Los suelos donde se desarrollan los pitayeros se caracterizan por sus fuertes pendientes, alta pedregosidad y por estar sujetos a procesos de erosión ocasionados por la apertura a cultivos y el sobrepastoreo. Algunos huertos de pitaya de la subcuenca de Sayula se desarrollan en suelos aluviales profundos, de textura areno-limosa.

Sistemas de producción

El sistema más común es el de recolección en pitayeras silvestres, el cual se reporta en todos los municipios que presentan estas áreas pitayeras. Para la región de Autlán se han reportado (Pimienta-Barrios *et al.*, 1999) tres modalidades o categorías de productores: Categoría 1, los productores que poseen dentro de sus propiedades plantas de pitaya y año tras año recolectan los frutos y los comercializan en el mercado de Autlán; Categoría 2, los campesinos que rentan la organera (huerto silvestre de pitayo) de algún propietario para coleccionar el fruto y comercializarlo en el mercado o en las calles de Autlán; Categoría 3, los campesinos que recolectan el fruto de las poblaciones silvestres, de aprovechamiento común, que generalmente se localizan en lugares de difícil acceso, altos y con pendientes pronunciadas.

Las pitayeras silvestres en la región de Autlán reciben cierto manejo, para facilitar la recolección: los recolectores limpian de malezas alrededor de los pitayos, además, en la época de floración, combaten la hormiga arriera o chancharra (*Atta* sp.) aplicando in-

secticida en polvo, para evitar el daño a las flores y la disminución severa de la producción que provocan las hormigas (Pimienta-Barrios *et al.*, 1999).

Huerta (1998), en un estudio que realizó sobre la pitaya en 15 municipios de Jalisco, encontró, para la pitaya silvestre, que el municipio de Toluca cuenta con 300 ha con árboles pitayeros que tienen en promedio una copa de 4 m y una altura promedio de 5.0 m, con edades superiores a los 50 años y una producción estimada de 1,000 frutos por planta. Para Autlán, Juchitlán, Amacueca y Techaluta, reporta que se encuentran plantas similares en cuanto a edad, tamaño y producción, pero con superficies que van de 25 a 50 ha por municipio.

Los municipios del norte cuentan con áreas pitayeras de las mismas características, pero con árboles de porte menor. Huerta (1998) considera que los pitayeros silvestres superan los 50 años, y casi no presenta regeneración, como resultado de las prácticas agrícolas de cultivos tradicionales y sobrepastoreo. En contraste, Lara (1998) encontró en la comunidad Alameda Juárez (Santa Rosa), del municipio de Moyahua de Estrada, Zacatecas, que las áreas pitayeras presentan aproximadamente 37 % de plantas jóvenes que aún no producen y 63 % de plantas en producción.

La producción de pitaya en solares (huertos familiares) se inició a finales del siglo XIX (Aldana, 1986). Estos solares consisten en superficies pequeñas de entre 100 y 400 m², con densidades de plantas variables, que reciben poca atención de cultivo o de manejo agronómico, por lo que la producción de frutos se obtiene con la aplicación de bajos niveles de energía (Salcedo y Arreola, 1991).

En las poblaciones de pitayeros que se encuentran en solares y traspatios de la subcuenca de Sayula el uso del injerto es una práctica común, con la cual los productores tienen una mayor diversidad de variedades, en ocasiones hasta cinco, en la misma planta (Pimienta-Barrios *et al.*, 1999).

En esta subcuenca de Sayula, las plantaciones de pitayos en parcelas agrícolas se iniciaron en los años setenta, particularmente en

los municipios de Techaluta y Amacueca. En la actualidad, estas plantaciones se encuentran en cinco municipios: los dos ya mencionados, y Atoyac, Sayula y Zoacalco de Torres (Pimienta-Barrios *et al.*, 1999).

Las plantaciones se establecen durante los meses de abril y mayo (aunque algunos productores plantan después del verano), usando segmentos (de preferencia terminales) de ramas con una longitud de 80 a 120 cm y de 6 a 8 años de edad. Después de cortados los segmentos se dejan secar por alrededor de un mes para ser plantados, cubriendo con suelo un tercio de la rama (Salcedo y Arreola, 1991). La plantación se realiza colocando de 3 a 4 ramas por cepa de 40 a 50 cm de diámetro y 50 cm de profundidad, a distancias de 3 a 4 metros entre plantas (cepas) y de 4 a 5 m entre hileras, con lo que se obtienen densidades de población que varían de 600 a 800 plantas por hectárea (Pimienta-Barrios *et al.*, 1999).

En la subcuenca de Sayula los productores realizan el deshierbe con azadón en los meses de lluvia y al mismo tiempo forman un bordo semicircular alrededor de la planta (cajete) para favorecer la captación de lluvia. Generalmente no aplican fertilizantes químicos ni abonos orgánicos, porque creen que queman las raíces, en cambio, podan regularmente los pitayos para obtener plantas de baja altura con mayor número de brazos, para aumentar así el área de producción y facilitar la cosecha. Aunque no es común, algunos productores aplican 2 o 3 riegos durante los primeros meses del año, poco antes de que se inicie la diferenciación de la flor, lo que repercute en mayor tamaño del fruto.

La plaga más común en estas áreas pitayeras es la hormiga arriera (*Atta* sp.), que daña los ápices tiernos de las ramas y los botones florales; para su control, los productores utilizan insecticidas en polvo, que aplican en los hormigueros y en la base de los troncos de las plantas. Además, es común la presencia de larvas de escarabajo, que atacan los frutos en desarrollo y llegan a causar la abscisión de los mismos (Lomelí-Mijes y Pimienta-Barrios, 1993); sin embargo, sólo en casos aislados se usan insecticidas para el control

de esta plaga. También la presencia de ganado vacuno puede afectar la producción, sobre todo en plantaciones jóvenes, ya que apetece las yemas florales. Un factor abiótico que daña la producción son las heladas tardías, que afectan a las yemas en estados iniciales de su desarrollo.

La cosecha se realiza utilizando los llamados ganchos, formados por la unión de tres o cuatro varillas de hierro soldadas en la base y abiertas hacia los extremos semejando una canasta; la cual se fija con alambre a una vara de carrizo. Con estos ganchos se cortan y se bajan una o varias pitayas, evitando así que se golpeen y se reduzca su valor comercial (Pimienta-Barrios *et al.*, 1999).

Especies

En Jalisco y Zacatecas la producción de pitaya se basa en la especie *Stenocereus queretaroensis*, que presenta una amplia distribución en las regiones semiáridas y subtropicales del centro-occidente de México, cubriendo superficies de los estados de Querétaro, Guanajuato, Michoacán, Zacatecas, Colima y Jalisco (Sánchez-Mejorada, 1984; Arreola, 1990). En la mayoría de estas entidades la pitaya sólo se produce en huertos familiares, pero en Jalisco, en la subcuenca de Sayula, se encuentran plantaciones de pitayos que en superficie suman alrededor de 1,000 ha (Pimienta-Barrios *et al.*, 1999).

Esta especie presenta algunas ventajas; primero, un gran periodo productivo de hasta 100 años; segundo, fructificación a lo largo de las ramas, con lo que se obtiene mayor producción, en contraste con otras especies que sólo fructifican en la parte terminal de las ramas, y tercero, que sobre todo las variedades cultivadas “son peladoras”, es decir, que en el fruto maduro las espinas son fácilmente removidas. Las principales desventajas de esta especie son que los frutos “revientan”, esto es, se abre la cáscara al madurar, y segundo, el tamaño mediano del fruto, con peso de 100 a 150 g.

Variedades

En seguida se describen las principales variedades de *Stenocereus queretaroensis* que se cultivan en la subcuenca de Sayula, de acuerdo con la información generada por Salcedo (1991) y Salcedo y Arreola (1991) (la nomenclatura tradicional de las variedades se basa en el color de la pulpa y la forma del fruto).

Mamey (por la forma del fruto). Las plantas adultas llegan a alcanzar hasta 5 m de altura. Se caracterizan por sus brazos sumamente robustos, de 14 a 20 cm de grosor, de color grisáceo, excepto en el ápice, donde presenta color verde olivo, con las costillas rojizas; areolas más o menos distantes entre sí, no prominentes, más bien hundidas, de color castaño, con espinas en grupos de tres (características) y dirigidas hacia abajo, subuladas y blancas; flores grandes de hasta 14 cm de largo; el fruto llega a ser de gran tamaño, hasta 8 cm de largo por 4.5 cm de ancho (amameyado); pulpa roja y de sabor dulce. Es la única variedad que no se desarrolla de manera silvestre.

Rojo silvestre. Se identifica por presentar brazos robustos de 14 a 20 cm de grosor, de color verde oscuro con tintes rojizos; a diferencia de la variedad Mamey, la rojo silvestre presenta areolas viejas, grandes, saltadas y glandulosas de color negro, cercanas entre sí, por lo que a distancia se observan las costillas rayadas por un margen negro; las areolas jóvenes presentan espinas subuladas, negras, que al envejecer se tornan delgadas y caducan; la flor es grande, de hasta 12 cm de largo; fruto de 6.5 a 8 cm de largo por 5 a 8 cm de ancho, con pulpa de color rojo intenso.

Morada. Los árboles pitayeros se caracterizan por sus brazos robustos, de 12 a 18 cm de grosor; areolas no voluminosas, distantes entre sí, sus espinas, hasta 9, unas subuladas y otras aciculares de color gris a negro, persistentes; flor grande de hasta 12 cm de largo; fruto oval de 5.5 cm de ancho, con pulpa morada.

Amarilla. Presenta brazos medianamente delgados, 13 a 16 cm de diámetro, desarrolla grupos de 5 espinas radiales y una central, subuladas, grises y persistentes; areolas casi nunca prominentes;

flores chicas de hasta 10 cm de longitud; fruto regular de 5 a 7 cm de ancho, con pulpa amarilla.

Solferino. Los pitayeros presentan sus brazos delgados, de color verde olivo; areolas no prominentes, con 6 espinas subuladas, grises y persistentes; flor pequeña de más o menos 10 cm de longitud; fruto oval de sólo 5 cm de ancho con pulpa de color lila-anaranjado.

Blanca. Presenta ramas erectas, largas y delgadas de color gris cenizo; areolas pequeñas con abundantes espinas, hasta 9, aciculares, muy largas de color gris a negro, persistentes; flores pequeñas de 10 cm de largo; fruto pequeño, oval, de pulpa blanca, dulce y de buena consistencia. La cáscara no se revienta al madurar, como ocurre en la mayoría de las variedades, por lo que se le puede conservar por más tiempo a temperatura ambiente o en refrigeración.

Pimienta-Barrios y Tomás-Vega (1993) caracterizaron las principales variedades cultivadas y silvestres de pitaya en la subcuenca de Sayula, con los resultados que se muestran en los Cuadros 18 y 19.

Cuadro 18. Peso del fruto y de sus componentes en las principales variedades de pitaya (*Stenocereus queretaroensis*) de la subcuenca de Sayula, Jalisco (g)

<i>Nombre común</i>	<i>Peso fruto</i>	<i>Peso cáscara</i>	<i>Peso lóculo</i>
Mamey	165	39	126
Roja	162	38	124
Tenamaxtle	131	29	102
Amarilla	123	33	90
Blanca cristalina	98	23	74
Morada	83	17	66
Roja montera	66	16	51
Blanca montera	66	16	51

Fuente: Pimienta-Barrios y Tomás-Vega (1993).

Cuadro 19. Composición química de la pulpa del fruto de las principales variedades de pitaya (*Stenocereus queretaroensis*) en la subcuenca de Sayula, Jalisco

Nombre común	pH	Azúcares (% peso fresco)		Proteínas (mg/g de peso fresco)
		Totales	Reductores	
Mamey	5	10	9	0.5
Roja	5	9	7	1.5
Tenamaxtle	5	11	8	1.4
Amarilla	4	13	9	1.4
Blanca cristalina	5	8	6	1.4
Morada	4	7	6	0.3
Roja monterá	4	8	6	1.0
Blanca monterá	4	8	6	1.0

Fuente: Pimienta-Barrios y Tomás-Vega (1993).

Los mayores tamaños corresponden a los frutos de pulpa roja y los menores a las variedades denominadas monteras y de recolección; en la mayoría de las variedades el porcentaje de pulpa en el fruto es de alrededor del 75 %; con relación a la composición química se encontró que el pH varía de 4 a 5 (ácidas) y los azúcares totales variaron de 7 a 13 en porcentaje sobre el peso fresco y los azúcares reductores de 6 a 9 %. El contenido de proteína varió considerablemente, desde 0.3 a 1.4 miligramos por gramo de peso fresco.

Época de producción

En la subcuenca de Sayula el momento de la cosecha lo indica el color de la fruta, el desprendimiento de las areolas o el reventamiento de los frutos, y se realiza durante todo el periodo de producción, comprendido entre los meses de abril y mayo, principalmente en “la privanza” (días de mayor abundancia de frutos). La cosecha normalmente se lleva a cabo a muy tempranas horas del día, con la finalidad de comercializarlas durante el mismo, ya que estos frutos son altamente perecederos y no duran más de uno o dos días en buen estado. Otro motivo por el que se cosecha la fruta en la madrugada es que la pulpa es muy sensible a la radiación solar, la cual es muy alta en la época del año en que se cosecha y puede ocasionar

nar la pérdida de consistencia y color en la fruta, reduciéndose así su valor comercial (Pimienta-Barrios *et al.*, 1999).

De poblaciones silvestres (Neri-Luna *et al.*, 1999) reportan que la cosecha se inicia a mediados de abril y finaliza en junio, en Zacoalco de Torres y Autlán de Navarro, aunque en este último lugar se puede prolongar la cosecha hasta mediados de julio. Para la comunidad de Santa Rosa en Moyahua, Zacatecas, la recolección se inicia a finales de abril y se alarga hasta mediados del mes de junio, cuando se inicia la temporada de lluvias (Lara, 1998).

Superficie en producción

En el estado de Jalisco se han reportado alrededor de 1,000 ha de pitayeras silvestres (Huerta, 1995); sin embargo, consideramos que dada la separación de los municipios mencionados, la superficie con pitaya fácilmente puede ser el doble de la reportada. De pitayeras cultivadas en la subcuenca de Sayula, Pimienta-Barrios *et al.* (1999) han reportado 1,000 ha.

Volúmenes de producción

Respecto a las áreas pitayeras silvestres de Jalisco se ha reportado (Huerta, 1998) una baja producción (vendida) por planta (40 kg). Considerando 1,000 frutas por planta, con un peso de fruto promedio de 80 g, arroja un total de 80 kg por planta, que al restarle las pérdidas de un 50 %, quedarían 500 frutas aprovechadas por planta con un peso de 40 kg, por lo que la producción estimada para las 1,000 ha de pitayeras silvestres es de 840 toneladas anuales.

Para las 1,000 ha de pitayeras cultivadas se ha reportado (Huerta, 1998) un rendimiento medio de 20 t/ha (en huertos familiares y en plantaciones de pitaya), por lo que la producción estimada es de 20,000 toneladas, como se expresa a continuación:

1. Producción de pitayas blancas y amarillas bajo cultivo. La producción se estimó en plantas de 25 años de edad, cultivadas en terreno plano, con aplicación de dos riegos de auxilio por año y con una densidad de población de 816 plantas por hectárea, a

3.5 x 3.5 metros de distancia entre surcos y plantas. Con una producción promedio de 800 frutos por planta y un peso aproximado de 80 gramos por fruto, resulta una producción de 64 kilogramos por planta, en bruto, de lo que se obtiene un total de 52.22 toneladas por hectárea. Restando las pérdidas, estimadas en un 50 %, quedan en forma neta 400 frutas por planta aprovechadas comercialmente, con un peso total de 32 kilogramos, equivalente a 26.11 toneladas por hectárea.

2. Producción de pitaya Mamey. La producción es variable, dependiendo de la fertilidad de los suelos; en varios huertos se observaron marcadas diferencias productivas entre hileras, donde aparentemente es muy notoria la calidad de terreno, esto sucede en todas las variedades de pitayo. Se comprobó que plantas con 15 años de edad de la variedad Mamey, en suelos de buena calidad tienen más producción que otras mayores de 25 años, hasta en un 300 %. También en plantas de la misma edad se observó este marcado efecto del suelo.

Los datos que a continuación se presentan son de una huerta de temporal, representativa del municipio de Techaluta, con 41 años de edad y una densidad de población de 625 plantas por hectárea, plantadas a 4.0 y 4.5 metros de distancia entre hileras y plantas, respectivamente: con una producción promedio de 300 frutos por planta y un peso aproximado de 150 gramos/fruto, lo que da un total de 45 kg de fruta por planta, en bruto, y un total de 28.12 t/ha; estimando una pérdida de un 30 %, quedan 210 frutas/planta aprovechable comercialmente, con un peso total de 31.5 kg, equivalente a 19.68 t/ha.

Costos de producción

En las pitayeras silvestres de Jalisco se obtienen (Huerta, 1998) 500 frutas de 80 g por planta, en densidades de 20 plantas por hectárea, lo que da un ingreso bruto de \$10,000.00/ha (\$1.00 por fruto).

PITAYA. PRODUCCIÓN Y COMERCIALIZACIÓN EN MÉXICO

Los costos que implica son los siguientes:

Un jornal para limpia	80.00
Un jornal para combate de hormigas	80.00
Insecticida para el combate de hormigas	100.00
33 jornales de cosecha (300 frutas por jornal)	<u>2,640.00</u>
Total	\$2,900.00

Cálculo de ingresos netos por hectárea:

Ingresos brutos por ha	10,000.00
Costos por ha	<u>2,900.00</u>
Utilidad por ha	\$7,100.00

En 1997, en la comunidad Santa Rosa, de Moyahua, Zacatecas, Lara (1998) localizó 43 familias recolectoras de pitaya, que alquilan pitayeras silvestres con superficies promedio de 2.83 ha (en un rango de 0.5 a 8.7 ha), con un promedio de 89 plantas en producción (en un rango de 17 a 257 plantas), y productividad de frutos por planta promedio de 67 (en un intervalo de 10 a 169 frutos), de manera que los recolectores obtienen un promedio de 4,849 frutos (485 kg), con un intervalo de 1,227 a 11,111 frutos, que comercializan directamente al consumidor a un precio promedio por fruto de \$1.33 (en un rango de 1.07 a 2.33 pesos).

Los costos de producción promedio para los recolectores de pitaya de Santa Rosa, son los siguientes:

Renta de la pitayera	412.32
Mano de obra familiar en recolección	1,136.28
Mano de obra de transporte y venta	627.90
Transporte, pasaje o combustible	<u>390.37</u>
Total	\$2,566.87
Ingresos por recolector promedio (4,849 frutos a \$1.33 por fruto)	<u>6,449.17</u>
Utilidad por familia de recolectores	\$3,882.30

En las plantaciones de pitaya, la producción es de 20 t/ha, lo que genera un ingreso bruto de \$200,000.00 por hectárea.

Los costos de producción por hectárea son:

10 jornales de limpia y deshierbe	800.00
10 jornales de poda	800.00
6 jornales de riegos	480.00
Costo del agua	520.00
4 jornales e insecticida para hormiga	1,000.00
400 jornales para cosecha (500 frutos por jornal)	<u>32,000.00</u>
Total	\$35,600.00
Ingresos por hectárea	
Ingresos brutos	200,000.00
Costos de producción	<u>35,600.00</u>
Utilidad	\$164,400.00

Comercialización

La pitaya en el estado de Jalisco se comercializa en todos los municipios, en especial en las ciudades medianas, como Autlán y Cd. Guzmán, incluso en Guadalajara, capital del estado. La pitaya se vende en los mercados y también en las calles, que es generalmente donde los productores la expenden acarreándola en canastos de carrizo (chiquihuites). Otra forma importante de comercialización es en “puestos” temporales a orillas de las carreteras y autopistas.

Huerta (1998) describió la comercialización de la pitaya de la siguiente manera:

Actualmente, la forma principal de consumir la pitaya es como fruta fresca; siendo ésta muy perecedera, se procura que se consuma en el mismo día de cosechada. Afortunadamente su periodo de producción es en los meses de más calor, favoreciendo esto su consumo, por ser una fruta muy succulenta. Dependiendo del tamaño, periodo de producción y nivel de producción, sus precios en el mercado regional van desde 50 centavos hasta 5 pesos por pieza. Es normal en la mayoría de los sistemas de producción “el coyotaje”, siendo los que se dedican a esta práctica quienes más ganan, pues normalmente del precio que pagan al productor o recolector, su utilidad sobrepasa el 100 %.

Afortunadamente, cuando se da la organización entre los productores éstos pueden aumentar su utilidad y regular tanto los precios de compra como de venta, lo que favorece a todos los productores y recolectores, tal como sucede en el municipio de Techaluta con la formación de la cooperativa de productores de pitaya. Resultan bastante promisorios para el comercio de la pitaya el mercado nacional y el internacional. En el municipio de Techaluta se tienen perspectivas, a mediano plazo, de exportar la pitaya, ya sea en forma fresca o industrializada, aprovechando que, como producto orgánico y exótico, su compra se ve favorecida.

Organización de productores

En Jalisco, la mayoría de los productores de pitaya están desorganizados, la excepción se da en Techaluta de Montenegro, donde existe la Cooperativa de Bienes y Servicios de la Pitaya y Derivados de Techaluta de Montenegro, que está incidiendo en la comercialización y la industrialización de la pitaya. Del estado de Zacatecas no se reporta ninguna organización de productores.

Estados de Sinaloa y Sonora

Aspectos fisiográficos de la producción

Se ha reportado con producción de pitaya una amplia región que comprende desde el municipio de Cosalá, de la zona centro sur del estado de Sinaloa (López, 1999), hasta cerca de Sonoíta y Puerto Peñasco en el oeste del estado de Sonora (Mercado *et al.*, 2000), esto es, a 1,300 km de distancia, por carretera, de un extremo a otro.

En Sinaloa, los municipios que se reportan como los de mayor producción de pitaya son: Cosalá, Angostura, Mocorito, Salvador Alvarado, Ahome y El Fuerte (Mapa 6).

En Sonora, los municipios del este del estado, donde prosperan las pitayeras son: Huatabampo, Álamos, Navojoa, Quiriego, Cajeme, Bacum, Guaymas, La Colorada, Hermosillo, Pitiquito, Caborca, Puerto Peñasco y General Plutarco Elías Calles (Sonoíta) (Mapa 7).

CLAUDIO A. FLORES VALDEZ

MAPA 6

MAPA 7

A diferencia de las otras regiones productoras de pitaya (Mixteca, Michoacán, Jalisco-Zacatecas), en ésta, de Sinaloa-Sonora, la precipitación pluvial es altamente limitante de la actividad agrícola de temporal, los climas varían de Awo en Cosolá, a los climas semiáridos (BS) con 8 y 9 meses secos, y a los climas áridos (BW) con 10 a 12 meses secos (Cuadro 20).

Sistemas de producción

El sistema de producción de pitaya dominante en la región es la recolección en las áreas pitayeras silvestres, aunque también se produce en algunos huertos familiares.

Especies

En la región de Sinaloa-Sonora la pitaya que se produce es de la especie *Stenocereus thurberii*, var. *thurberii* denominada pitaya marismeña en Sinaloa (López, 1999) y pitaya dulce en Sonora (Muy *et al.*, 1999).

Variedades

Esta especie de pitaya, *Stenocereus thurberii*, presenta una gran diversidad de colores de pulpa, desde rojas, morada clara, morada intensa, anaranjada o solferina y amarilla, apastillada (blanca y rosa), hasta blanca, que caracterizan a las variedades.

La pitaya marismeña o dulce es de tamaño pequeño, pesa de 50 a 60 g y presenta la desventaja de que se revienta, la cáscara o epidermis se rompe, por lo que debe ser cosechada e inmediatamente comercializada, de preferencia el mismo día.

Época de producción

Para Sinaloa se han reportado (López, 1999) cosechas de mayo a agosto, si bien éstas son en diferentes municipios del centro al norte del estado; en una región la recolección dura alrededor de dos meses. Para Sonora se han reportado cosechas en junio y julio (Muy *et al.*, 1999).

Cuadro 20. Principales indicadores climáticos de estaciones meteorológicas de las zonas pitayeras de Sinaloa y Sonora

<i>Estación</i>	<i>Asnm</i>	<i>Temperatura media anual (°C)</i>	<i>Precipitación media anual (mm)</i>	<i>Fórmula climática</i>	<i>Meses secos</i>
Cósala	300	24.2	959.3	Awo (w) (e)	6
Mocorito	60	24.2	689.2	BS ₁ (h') hw (w) (e)	9
Los Mochis	14	24.9	301.2	BW (h') w (e)	10
El Fuerte	84	24.8	595.9	BS ₁ (h') hw (e')	8
Navojoa	45	25.7	390.8	BW (h') w (e')	9
Cd. Obregón	35	24.7	292.0	BW (h') hw (e')	10
Quiriego	521	24.3	632.7	BS ₁ (h') hw (e')	9
Hermosillo	200	25.0	246.4	BW (h') hw (x') (e')	10
Puerto Peñasco	4	20.1	93.7	BW hw (x') (e')	12
Sonoíta	380	21.0	181.3	BW hw (x') (e')	12

Fuente: García (1988).

Superficie en producción

Como ya se mencionó, la superficie pitayera es muy grande, sin embargo, no en toda ésta se encuentran las plantas en densidades adecuadas para la recolección; además, se ha presentado una fuerte disminución de las poblaciones, debido a diversas razones, tales como: a) apertura de los grandes distritos de riego de los ríos Culiacán, Mocorito, Sinaloa, Fuerte y Valle del Carrizo, en el estado de Sinaloa, y del Mayo, Yaqui, Costa de Hermosillo, Valle de Pesqueira y región de Caborca, en el estado de Sonora; b) desmontes para agricultura de temporal o instalación de praderas de uso pecuario; c) últimamente se han dado grandes desmontes para instalar granjas de camarón y otras especies acuícolas y d) el otro uso tradicional de las plantas, que implica derribarlas, desecarlas y aplastarlas para sacar las “varas” que se utilizan en entramados, los cuales se cubren con lodo y estiércol de equino para construir las paredes y techos de las casas de terrado, tradicionales de la región, que son frescas en verano y calientes en invierno; sin embargo, éstas se construyen cada vez menos y sólo en las comunidades más aisladas.

Volumen de producción

El volumen de producción, aunque es considerable, fundamentalmente es consumido por la fauna silvestre, es decir, no se aprovecha; sin embargo, una pequeña parte es colectada por los habitantes rurales, principalmente, para autoconsumo, pero se ha considerado que menos del uno por ciento del volumen que se cosecha se comercializa en las principales ciudades de la zona (López, 1999), como Culiacán, Guamúchil, Guasave, Los Mochis, Navojoa, Cd. Obregón, Empalme, Guaymas, Hermosillo, Santa Ana y Caborca.

Costos de producción

Los costos de producción son mínimos, porque la pitaya de esta región es de recolección, si bien en algunas zonas los recolectores realizan una limpia de malezas alrededor de los pitayeros para facilitar la cosecha, la cual generalmente se realiza utilizando un tubo metá-

lico de aproximadamente 3 m de largo al que se le sujeta una cuchilla afilada en uno de sus extremos, con la cual se cortan los frutos, que caen en una canastilla de lona que rodea la cuchilla, evitando así que la fruta se dañe. Después, las frutas cortadas se desespinan y transportan a los lugares de venta.

Comercialización

La comercialización de la pitaya se realiza de preferencia antes de 24 horas de cortada, en los mercados o en las calles de los pueblos y ciudades; el transporte de esta fruta se hace en canastas de mimbre o cubetas de plástico o metálicas y se expenden en bolsas de plástico, con aproximadamente 0.5 kg de pitayas.

Organización de productores

Para Sinaloa y Sonora no se han reportado organizaciones de recolectores de pitaya.

Demanda de pitaya

La pitaya que se produce en México, ya sea cultivada o recolectada en las áreas pitayeras silvestres, se consume en los pueblos y cabeceras municipales de las zonas de producción, así como en las principales ciudades y capitales de los dieciocho estados productores; sin embargo, el porcentaje de la fruta comercializada en relación con la que se produce es mínimo.

Los motivos por lo que se comercializan bajos volúmenes de pitaya son varios, a saber:

- a) A pesar de que en México existe pitaya desde abril hasta octubre, la oferta para los mercados de una región en ocasiones se reduce a dos o tres meses.
- b) La alta perecibilidad de la fruta, que a temperatura ambiente y con el manejo actual dura de tres a cinco días y en las variedades que revientan la cáscara se reduce a uno o dos días.

- c) La limitada o nula organización de los productores de cada región para comercializar o industrializar la pitaya, o bien comercializar una parte e industrializar la otra.
- d) Lo escaso que son los productos elaborados de pitaya (mermeladas, licores, etcétera).
- e) La falta de publicidad y promoción para incrementar la demanda de la pitaya a nivel mundial.

Matriz DAFO en pitaya

La Matriz DAFO es una técnica que permite analizar de manera sucinta la situación de un cultivo a nivel nacional e internacional, enumerando las ventajas y desventajas (aunque se desarrolló para analizar la situación de una empresa en relación con sus competidoras). La matriz, como tal, se estructura como sigue:

	<i>Ámbito</i>	
	<i>Nacional</i>	<i>Internacional</i>
Desventajas	Debilidades	Amenazas
Ventajas	Fortalezas	Oportunidades

La Matriz desarrollada para la pitaya resulta en lo siguiente:

Debilidades

1. Fruta poco conocida en México y desconocida internacionalmente.
2. Alta perecibilidad de la fruta.
3. En proceso de domesticación, con poca tecnología para su cultivo (podas, fertilización, abonado, riego, combate de plagas y enfermedades, etcétera).
4. Limitados conocimientos sobre poscosecha, procesamiento e industrialización.

5. Métodos tradicionales de cosecha, desespinado y comercialización.
6. Demanda limitada, pues ésta es sólo de parte de la población originaria y residente de las zonas de producción.
7. Bajo número de variedades y de especies que producen fruta de calidad en cuanto a alta producción, gran tamaño, buen sabor y larga vida poscosecha.
8. Escaso interés de los funcionarios de las dependencias del gobierno federal (SAGARPA, SEMARNAT, SEDESOL, INI, etc.) en desarrollar el Sistema-Producto Pitaya.

Amenazas

1. Las investigaciones que se realizan en Israel sobre el cultivo de plantas de pitaya (*Stenocereus*).
2. Posible desarrollo del cultivo de variedades del género *Cereus* en Brasil e Israel (en este último país se producen frutos muy semejantes a la pitaya, pero sin espinas).

Fortalezas

1. Gran número de especies de pitaya adaptadas a condiciones de prolongada sequía.
2. En algunas especies, gran número de variedades o tipos de pitaya, en cuanto a tamaño, forma, color de pulpa, sabor y vida poscosecha.
3. Conocimientos generados en muchos años por los productores sobre aprovechamiento de las áreas pitayeras silvestres y cultivo de plantas de pitaya en huertos familiares, y últimamente en plantaciones.
4. Experiencia e interés de un buen número de investigadores de diversas instituciones de enseñanza e investigación en trabajar con pitaya.

Oportunidades

1. Apertura de mercados y firma de convenios comerciales de México con diversos países.
2. Demanda creciente de frutas “exóticas” por los consumidores de países desarrollados.
3. Posibilidad de enviar la pitaya a mercados que pagan mejores precios, como los mercados orgánicos o los mercados “justos”, cuando la fruta procede de productores campesinos o indígenas.

Desarrollo del Sistema-Producto Pitaya

Fase de producción

1. En México, además de la gran diversidad de especies de pitaya, existen de cada una de éstas una considerable diversidad de variedades (o tipos) que no están suficientemente caracterizadas, por lo que el primer paso deberá ser describir esas plantas y frutas, incluyendo “huella genética”, con el fin de evitar sinonimia (la misma variedad presenta diferentes nombres en diferentes comunidades).
2. Seleccionar variedades con base en: calidad de fruta (color de pulpa, consistencia, contenido de azúcar y acidez, grosor de la cáscara, etc.), producción, épocas de producción, precocidad, resistencia al rompimiento de la cáscara, facilidad de desespinado, vida poscosecha, etcétera.
3. Investigar en las variedades seleccionadas, respuesta a riego, fertilización, abonado, combate de plagas y enfermedades, podas, forzamiento de la fructificación, entre otras.

Fase de desespinado – empaque

1. Investigar sobre desespinado mecánico o químico (pre-cosecha).

2. Investigar sobre empaques para pitaya (cajas de una sola capa, con charola, etcétera).
3. Investigar temperaturas de conservación de la pitaya.
4. Investigar sobre atmósferas controladas para conservar la pitaya.

Fase de procesamiento e industrialización

1. Esta es una fase del proceso que se deberá desarrollar, dada la alta perecibilidad de la fruta de pitaya.
2. Investigar empaques y temperaturas para conservar pitaya mínimamente procesada (sin cáscara).
3. Investigar sobre la elaboración de productos de pitaya: mermeladas, licores y dulces, entre otros.
4. Investigar sobre la utilización de pitaya en la elaboración de paletas, nieves, aguas frescas, yogures, empanadas, pasteles, bebidas alcohólicas (tequila-pitaya o mezcal-pitaya) y otros productos.
5. Investigar sobre el congelado de pulpa de pitaya, que posibilite la producción, durante todo el año, de los productos mencionados en el párrafo anterior.

Fase de comercialización

El objetivo de esta fase es incrementar la demanda de pitaya, primero en el ámbito nacional y después en el internacional, partiendo de que los mercados de frutas son de 12 meses; cuando no hay producción nacional (y aún habiendo), por ejemplo, de manzana, pera, uva y ciruela, entre otras, se importan de Estados Unidos, Chile, Nueva Zelanda, o de otros países, de manera que casi todas las frutas se encuentran en los mercados todo el año. Por ello, la producción secuenciada de pitaya, aunada al forzamiento de la fructificación y el almacenamiento (conservación), serán tecnologías a desarrollar.

El posicionamiento de un producto en los mercados requiere, en principio, de investigación de mercados (plazas, segmentos, épocas, etc.); después, diferenciar el producto, desarrollar envases o empa-

ques, definir políticas de precios y realizar campañas de publicidad y mercadotecnia. Todo esto es costoso y requiere de la organización de los productores y del apoyo del Estado. Sin estas participaciones no hubiera sido posible que los neozelandeses posicionaran al kiwi, ni los colombianos su café, ni los brasileños sus cítricos o los holandeses sus flores; es decir, el desarrollo de los mercados requiere tiempo, dinero y acciones coordinadas entre productores, técnicos y funcionarios.

Por todo ello se propone la creación de la Red Nacional para la Producción de Pitaya que, cubriendo todas sus fases, desarrolle el Sistema-Producto Pitaya en México.

Literatura citada

- Aldana R., M. 1986. *El campo jalisciense durante el porfiriato*. Instituto de Estudios Sociales. Universidad de Guadalajara. Guadalajara, Jalisco, México.
- Anónimo, 1995. *Código Electoral del Estado de Puebla*. Comisión Estatal Electoral.
- Arnaud V., M. R. y N. Morán P. 1995. "Potencial productivo e industrial del tunillo (*Stenocereus stellatus*) en el estado de Oaxaca". En: *Resúmenes del 1º Simposium Internacional sobre Pitaya y Frutos Afines*. División de Ciencias Forestales. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. p. 48.
- Arreola-Nava, H.J. 1999. "Taxonomía del Pitayo (*Stenocereus* (Berger) Ricc.)". En: *El pitayo en Jalisco y especies afines en México*. Universidad de Guadalajara. Fundación Produce Jalisco, A.C., Guadalajara, Jalisco, México. pp. 25-33.
- Arreola N., H.J. 1990. "Inventario de las cactáceas de Jalisco". *Cactáceas y Suculentas Mexicanas* 35(1): 3-12.
- Bautista P., B.; P. Santiago G.; M de R. Arnaud V.; A. Poblano V., y F. Hernández C. 1995. "Aprovechamiento agroindustrial de los frutos de pitaya (*Stenocereus griseus*), tunillo (*Stenocereus stellatus*) y jiotilla (*Escontria chiotilla*)". En: *Resúmenes del 1º*

- Simposium Internacional sobre Pitaya y Frutos Afines*. División de Ciencias Forestales. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. p. 45.
- Bravo H., H. 1978. *Las cactáceas de México*. Vol 1. Universidad Nacional Autónoma de México. Distrito Federal, México. 743 p.
- Castillo, O.; M. Blanco y C. Toledo M. 1983. *Estudio de las cactáceas de la cuenca del río Balsas*. Universidad Autónoma de Guerrero. Serie técnica-científica No. 7. México. 41 p.
- Díaz C., J.L. 1995. Conocimiento del manejo, comercialización y utilización de la pitaya (*Stenocereus* sp.) en el municipio de Huetamo, Michoacán. Tesis de Ingeniero Agrónomo especialista en Fruticultura. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Facultad de Agrobiología "Presidente Juárez". Uruapan, Michoacán, México. 80 p.
- Díaz C., J.L. y E. Cedillo P. 1996. "Manejo, comercialización y utilización de la pitaya (*Stenocereus* sp.) en el municipio de Huetamo, Michoacán". *Memorias de la Reunión Regional Recursos Genéticos Potenciales, Tecnologías Alternativas y Mercados para la Agricultura de la Región Centro Occidente de México*. 6, 7 y 8 de septiembre de 1995. Centro Cultural Universitario. Morelia, Michoacán, México.
- García, E. 1988. *Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen, adaptado a las condiciones de la República Mexicana*. 3ª edición. México. 217 p.
- García, C.B. 2002. Informe de siembras de Pitiri, Pitaya y Pachona en seis municipios del Estado de Michoacán. Unión Regional de Campesinos del Sur, A.C.
- Huerta A., D. 1998. "La pitaya: una alternativa sustentable del presente y para el futuro". *Memorias del 2º Simposium Nacional del cultivo del Pitayo*. Techalutla de Montenegro, Jalisco, México. 44 p.

- Huerta M., F. 1995. Aspectos ecológicos del pitayo y cardón en la Cuenca de Sayula Jalisco, México. Tesis de Maestría. Colegio de Postgraduados. Chapingo, México.
- Hunt, D.R. 1992. CITES: Cactaceae Checklist Royal Botanic Gardens Kew & International Organization for Succulent Plant Study. Whitstable Litho Ltd Whitstable Kent, U.K.
- Lara C., D. 1998. Evaluación económica del sistema de producción de pitayo (*Stenocereus queretaroensis* (Weber) Buxbaum) en Santa Rosa, municipio de Moyahua de Estrada, Zacatecas. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México.
- Lomeli-Mijes, E. y E. Pimienta-Barrios. 1993. "Demografía reproductiva del pitayo (*Stenocereus queretaroensis* (Web) Buxbaum)". *Cactáceas y Suculentas Mexicanas* 38: 13-20.
- López P., J. 1999. "La pitaya marismeña (*Stenocereus thurberi*) en el estado de Sinaloa". En: Pimienta-Barrios *et al.* (eds.). *El pitayo en Jalisco y especies afines en México*. Universidad de Guadalajara, Fundación Produce Jalisco, A.C. pp. 115-126.
- Llamas Ll., J. 1984. "El cultivo del pitayo en Huajuapán de León, Oaxaca". *Memorias del Simposio sobre Aprovechamiento de las Pitayas*. Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco. Oaxaca, Oaxaca, México. pp. 28-35.
- Martínez G., J.C. 1993. Caracterización de tipos de pitaya *Stenocereus griseus* Haworth en la Mixteca. Tesis Profesional. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 124 p.
- Mercado R., J.N; A. J. Ojeda C.; A. Sánchez E; D. Moreno V., y M. E. Tiznado H. 2000. "Desarrollo fisiológico del fruto de pitaya (*Stenocereus thurberi*) del desierto sonorense". En: Pimienta-Barrios, E. *et al.* (eds.). *Simposio Internacional sobre el Cultivo y Aprovechamiento de la Pitaya (Stenocereus) y la Pitahaya (Hylocereus y Selenicereus)*. 10-13 de mayo. Universidad de Guadalajara – Fundación Produce Jalisco, A.C. Guadalajara, Jalisco. p. 27.

- Muy R., M.D.; J.P. Campos S. y J.H. Siller C. 1999. "El pitayo dulce (*Stenocereus thurberi*) del desierto de Sonora". En: Pimienta-Barrios *et al.* *El pitayo en Jalisco y especies afines en México*. Universidad de Guadalajara, Fundación Produce Jalisco, A.C. pp. 115-126.
- Neri-Luna C., E. Pimienta B., y M. C. Arriaga R. 1999. "Importancia productiva y ecológica de las poblaciones silvestres de pitaya (*Stenocereus queretaroensis* (Weber) Buxbaum)". En: *El pitayo en Jalisco y especies afines en México*. Universidad de Guadalajara. Fundación Produce Jalisco, A.C. Guadalajara, Jalisco. pp. 175-187.
- Olvera M., J.A. 2001. "La pitaya (*Stenocereus griseus* Hawork y *Stenocereus stellatus* Pfeiffer) una alternativa productiva en la Mixteca Baja Oaxaqueña". Tesis profesional. División de Ciencias Económicas Administrativas. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 86 p.
- Olvera M., J.A., P. Ponce J., y C.A. Flores V. 2000. "La pitaya (*Stenocereus griseus* Hawork y *Stenocereus stellatus* Pfeiffer) una alternativa productiva en la Mixteca Oaxaqueña". En: Pimienta-Barrios, E. *et al.* (eds.). *Simposio Internacional sobre el Cultivo y Aprovechamiento de la Pitaya (Stenocereus) y la Pitahaya (Hylocereus y Selenicereus)*. 10-13 de mayo. Universidad de Guadalajara-Fundación Produce Jalisco, A.C. Guadalajara, Jalisco, México. p. 45.
- Pimienta-Barrios, E. y M.L. Tomás-Vega. 1993. "Caracterización de la variación en el peso y la composición química del fruto en variedades de pitayo (*Stenocereus queretaroensis*)". *Cactáceas y Suculentas Mexicanas* 38: 82-88.
- Pimienta-Barrios, E.; P. Puente O. y D. Lara C. 1999. "Descripción de los sistemas de producción de pitayo". En: *El pitayo en Jalisco y especies afines en México*. Universidad de Guadalajara. Fundación Produce Jalisco, A.C. Guadalajara, Jalisco, México. pp. 91-113.

- Ponce J., P. y C.A. Flores V. 2000. "La Producción de la pitaya en la Mixteca Poblana". En: Pimienta-Barrios, E. *et al.* (eds.). *Símpoio Internacional sobre el Cultivo y Aprovechamiento de la Pitaya (Stenocereus) y la Pitahaya (Hylocereus y Selenicereus)*. Guadalajara, Jalisco. 10-13 de mayo. Universidad de Guadalajara-Fundación Produce Jalisco, A.C. México.
- Ponce J., P.; C.A. Flores V. y P.P. Ramírez M. 1997. *Programa de Desarrollo Regional Sustentable de las Mixtecas Poblana y Oaxaqueña*. SEMARNAP-Universidad Autónoma Chapingo-CIESTAAM. Chapingo, México. 125 p.
- Rebollar A., A.; J. Romero P.; P. Cruz H. y H. Zepeda C. 1997. *El cultivo de la pitaya (Stenocereus spp.), una alternativa para el trópico seco del estado de Michoacán*. Universidad Autónoma Chapingo-Centro Regional Universitario Centro-Occidente. Chapingo, México. 71 p.
- Salcedo P., E. 1991. Aspectos taxonómicos y etnobotánicos del pitayo (*Stenocereus queretaroensis*) en el municipio de Techalutla, Jalisco. Tesis de licenciatura. Universidad de Guadalajara. México.
- Salcedo P., E. y H. Arreola N. 1991. "El cultivo del pitayo en Techalutla, Jalisco". *Cactáceas y Suculentas Mexicanas* 36: 84-91.
- Sánchez-Mejorada, R. H. 1973. "Nuevas cactáceas de la Nueva Galicia". *Cactáceas Suculentas Mexicanas* 18(4): 87-93.
- Sánchez-Mejorada, R. H. 1984. "Breves notas sobre la vegetación y las cactáceas de las Islas Marías". *Cactáceas y Suculentas Mexicana*, 29: 8-9.

Adolfo Rodríguez Canto

**PITAHAYA (*Hylocereus undatus*
y *Selenicereus megalanthus*).
PRODUCCIÓN Y COMERCIALIZACIÓN
EN EL MUNDO Y EN MÉXICO**

Introducción

Las pitahayas son plantas cactáceas trepadoras que han sido aprovechadas milenariamente por diversas culturas americanas, aunque sólo desde hace dos décadas constituyen un cultivo nuevo. Existe mucha variación entre ellas y están clasificadas en dos géneros botánicos: *Selenicereus* e *Hylocereus*. Al primero pertenece la pitahaya amarilla de fruto espinoso, de Colombia, y al segundo, las pitahayas de cáscara roja tanto de pulpa roja como blanca, y la pitahaya blanca.

Estas plantas tienen amplia distribución geográfica, pero se cultivan principalmente en Nicaragua, Colombia, Guatemala, Israel y México. Las condiciones en las que producen en cada nación son distintas, en cuanto a ventajas y desventajas derivadas de características de las frutas o de la infraestructura de producción y exportación. También existen cualidades comunes, como la tendencia general a la disminución de los precios y la presión para someter las frutas de exportación a costosos tratamientos fitosanitarios.

La producción se comercializa principalmente en los mercados regionales de los países productores y también se coloca con éxito en el mercado internacional de frutas exóticas, en mayor medida como fruta fresca, pero también en forma de pulpa congelada. Con la importante excepción de Nicaragua, aún no se conforman mercados nacionales para las pitahayas, que al lograrse seguramente le darán mayor impulso al cultivo.

En México, Puebla es el único estado que exporta su producción de pitahaya, en buena medida porque en sus tres zonas productoras (la Cañada, el Valle de Tehuacán y la Mixteca) la ocurrencia de la producción es escalonada, de manera que garantiza disponibilidad continua de fruta en todo el periodo de cosecha. Sin embargo, su

producción proviene de huertos familiares, presenta gran dispersión, es escaso el manejo técnico y está sujeta a fluctuaciones climáticas que hacen que la producción varíe considerablemente año tras año.

El aprovechamiento de la ventaja comparativa de la pitahaya en el mercado internacional y el efecto de las variaciones ambientales que permiten la exportación deben reforzarse con un mejor manejo de las plantas en los huertos familiares y el establecimiento de plantaciones especializadas, en ambos casos con propuestas de buenas prácticas agrícolas y de empaque.

Características generales del cultivo

Las pitahayas son plantas perennes que requieren de soporte. Su principal forma de propagación es vegetativa; también se reproducen por medio de semillas, que de modo natural son diseminadas por aves y otros animales que se alimentan de los frutos.

Las plantas comienzan a producir sus primeros frutos al año o a los dos años del trasplante, en función de si se utilizan plantas producidas en vivero o tallos, así como del sistema de cultivo y de la temporada en que se establezcan. Su vida productiva es muy prolongada, mayor a diez años, pues muchos de sus tallos producen raíces adventicias que llegan al suelo, con las que se renuevan o se convierten en nuevas plantas; sin embargo, al ser plantadas sobre tutores su vida útil termina con la muerte o caída de éstos, a menos que oportunamente sean reemplazados.

Las pitahayas cultivadas con frecuencia muestran excesiva variación entre ellas en cuanto a: color, forma y consistencia de los tallos; forma de las aristas y disposición de las areolas y espinas; color, forma y tamaño de las estructuras florales y del fruto; color de la pulpa y periodos de fructificación. Tan amplia variación se ha reducido –para fines prácticos– en cuatro grandes grupos: pitahaya amarilla (*Selenicereus megalanthus*), pitahaya roja de pulpa roja

(*Hylocereus* spp.), pitahaya roja de pulpa blanca (*Hylocereus undatus*) y pitahaya blanca (*Hylocereus undatus*).

Identificación de la oferta

Producción mundial

Sin tomar en cuenta las pequeñas y aisladas superficies cultivadas en huertos familiares, en el mundo existen actualmente poco más de 1,146 hectáreas de plantaciones especializadas de pitahaya, con gran variedad de sistemas de cultivo que comprenden plantaciones tradicionales, semitecnificadas y tecnificadas. Dicha superficie se distribuye de la siguiente manera: Nicaragua tiene 560 hectáreas, Colombia, 250; México, 265; Guatemala, 50, e Israel 20. Partiendo del rendimiento promedio, estimado en 10 t/ha, y en el supuesto de que toda la superficie esté en plena producción, resulta que el producto total sería del orden de 10,250 toneladas, de las cuales aproximadamente el 11 % (1,105 toneladas) correspondería a frutas con calidad para colocarse en el mercado internacional (Cuadro 1). Aparte de los países incluidos en el Cuadro 1, existen otros países productores de pitahayas (El Salvador, Vietnam, Taiwán, Filipinas y Hong Kong), pero las superficies comerciales que manejan todavía no son significativas.

Cuadro 1. Producción mundial de pitahayas. Superficie y volumen, 2002

<i>País</i>	<i>Superficie (ha)</i>	<i>Producción total (t)</i>	<i>Producción de exportación (t)</i>
Nicaragua	560	5,600	560
Colombia	250	2,500	250
México	145	1,450	145
Guatemala	50	500	50
Israel	20	200	100
Total	1,025	2,652	1,105

Fuente: Investigación directa.

Colombia

La pitahaya, por excelencia, de Colombia es la amarilla. La producción se presenta durante todo el año, aunque con mayor concentración en dos periodos, de febrero a marzo y de julio a agosto, y con variaciones en las distintas zonas productoras.

En la década de los ochenta, en Colombia comenzó a manejarse la pitahaya como un cultivo especializado, de modo que pasó de la recolección y de los huertos familiares a la plantación. Su cultivo se impulsó como parte de un programa de desarrollo y diversificación promovido por la Federación Nacional de Cafeteros, como alternativa a la crisis del café.

La superficie cultivada creció rápidamente, pues de 50 hectáreas en 1986 pasó a 400 en 1990 y llegó a más de 1,000 en 1994. A partir de 1994 se esperaba que la producción se estabilizara en 10,000 toneladas anuales, pero la severa restricción de las exportaciones, el escaso consumo en el país y el consecuente abandono de plantaciones mermaron los volúmenes de producción esperados, de tal manera que se estima que en la actualidad existen solamente 250 ha cultivadas con pitahaya.

En Colombia las primeras plantaciones se establecieron a partir de 1985, pero la demanda en los limitados y exclusivos mercados de las principales ciudades no se incrementó, como tampoco ha acontecido de manera relevante a la fecha.

Dado que no existían ni se desarrollaron de manera importante los mercados local, regional y nacional para esta fruta, Colombia canalizó su producción exclusivamente al mercado internacional, como una forma de obtener divisas que la actividad cafetalera había dejado de aportar.

Las exportaciones las dirigió principalmente a Europa y Japón; con este último país tuvo dificultades por cuestiones fitosanitarias relacionadas con la mosca de la fruta, y en 1989 el gobierno japonés decretó una ley que prohíbe la importación de frutas procedentes de Colombia. La dependencia del mercado exterior y los problemas enfrentados contuvieron la expansión de la superficie

cultivada e incluso llevaron al abandono de plantaciones. No obstante, los escollos enfrentados no repercutieron considerablemente en la economía de los productores ni de las zonas de cultivo, debido a que el precio internacional del café se recuperó y la preocupación por la búsqueda de otras opciones productivas dejó de ser ingente.

El cierre del mercado japonés obligó a Colombia a buscar otros mercados, principalmente en países de la Unión Europea, en donde hizo clientes importantes en Holanda, Alemania, Francia e Inglaterra, que continúan siéndolo, a pesar de la reapertura del mercado japonés a partir de 2000, cuando los gobiernos de los dos países aprobaron un método de desinfestación de pitahaya que es efectivo para todos los estados inmaduros de mosca del mediterráneo (*Ceratitis capitata*) y mosca suramericana (*Anastrepha fraterculus*), sin daños a la presentación y sin modificaciones en las características organolépticas de las frutas, el tratamiento con vapor caliente (Vapor Heat Treatment System, VHT) (Vidal y Abello, 1999). En el año 2000 Colombia exportó 25,128 kg, con un valor total de US\$171,922 (US\$6.84 por kg).

Nicaragua

El tipo dominante de pitahaya en este país es el de cáscara roja de pulpa roja, la cual muestra mucho polimorfismo, y a partir de selecciones realizadas por productores y estudios de investigadores se definieron variedades comerciales.

En Nicaragua, el periodo de disponibilidad de pitahaya abarca desde mayo hasta noviembre. La cosecha es continua a lo largo de todo el periodo de producción, por lo cual existe disponibilidad regular de fruta, situación que depende tanto de las diferentes variedades sembradas como de las variaciones ambientales en las distintas zonas de producción.

En 1985 la Comunidad Económica Europea (CEE, hoy Unión Europea, UE) inició un proyecto para el fomento de la producción agrícola en la zona de La Meseta, departamento de Carazo, en el que se incluyó la pitahaya, cultivo que tuvo un rápido desarrollo: en

1993 había 172 ha, en 1996 ya eran 421, en 1997 existían 491 y para 1998 se reporta una superficie de 562 ha (Ríos, 1998), que es la que se mantiene a la fecha.

La amplia difusión del consumo de la pitahaya en varias regiones del país llevó paulatinamente a la conformación de un verdadero mercado nacional. Una parte de la producción, proporcionalmente cada vez menor en función de la ampliación del consumo interno, está destinada al mercado exterior, específicamente a países de la Unión Europea (Bélgica, Francia, Holanda, Reino Unido, Alemania, España y Portugal).

Para su traslado a Europa, donde su principal punto de entrada es Holanda, tiene que llevarse la carga a Costa Rica, dada la carencia de suficientes y expeditas opciones de transporte aéreo a Europa desde la ciudad de Managua.

Una limitante para el comercio exterior de fruta fresca de la pitahaya de Nicaragua es la ubicación del país en el área centroamericana, que está catalogada en el ámbito mundial como carente de controles fitosanitarios. De esta manera, su mercado se ha reducido a Europa. Francia, Alemania y Rusia son los mercados de importancia y Holanda es la vía de entrada a Europa.

Lo característico y ejemplar en Nicaragua es que incursionaron en la industrialización de la fruta, opción que les ha permitido participar en el mercado estadounidense con pulpa congelada, con demanda creciente por parte de la amplia población de origen nicaragüense que habita en ese país, así como con potencial para su uso como mezcla y colorante en la industria alimenticia.

Guatemala

La pitahaya que se aprovecha, cultiva y comercializa es de cáscara roja y pulpa de color rojo intenso, lo que la hace atractiva cuando es cortada y se expone la pulpa. El periodo de producción inicia en junio y termina en octubre; se concentra en los meses de julio y agosto.

Se cultiva en sistemas tradicionales, en huertos familiares. Desde 1994 el gobierno de ese país promueve proyectos de cultivo y ya

han establecido 45 hectáreas con plantaciones especializadas en los departamentos de Sololá, Guatemala y Santa Rosa.

En los huertos familiares del municipio de Santiago Atitlán (departamento de Sololá) se obtienen frutas de buena calidad, cultivadas en rocas, en cuya base se establece la pitahaya y se le incorpora tierra y abono. Desde 1990 la producción de esta zona es acopiada por dos empresas que las exportan a Europa, aunque en pequeña escala.

La pitahaya es un producto más que demandan algunos de los clientes de dos empresas exportadoras de frutas, verduras y especias (FRUTESA y UNISPICE) y que ellos tan sólo pueden surtir de manera bastante limitada, por los bajos volúmenes y los problemas de calidad de la producción. FRUTESA es la empresa más importante, exporta cerca de 4,000 cajas al año, a precios promedio de US\$7.50 por caja, FOB Guatemala. Su mercado es muy reducido y bastante selecto, lo que hace que sus precios por caja lleguen hasta US\$12.00, también FOB Guatemala.

Israel

A partir de 1984, investigadores de la Universidad de Negev Ben-Gurion realizaron colectas de los principales tipos de pitahayas en México y en Centroamérica. Después de las pruebas de adaptación en varias ecozonas del desierto las establecieron en invernaderos y en pequeñas plantaciones con sombra como un cultivo de exportación.

La variedad que se comenzó a producir comercialmente corresponde al grupo de las pitahayas rojas de pulpa blanca, cuya primera plantación se estableció en 1993 e inició su producción en 1994. Los resultados obtenidos indican que inicia su producción al año de su siembra, rinde más de 90 frutos de hasta 700 g por planta por temporada y requiere solamente 18 litros de agua por semana; la desventaja es que necesita de polinización manual.

Desde 1997 la empresa Negev Exotics Ltd. realiza exportaciones de pitahaya roja de pulpa blanca al mercado europeo con el nombre comercial de “Red Eden Fruit” y con la característica de uniformidad en tamaño, forma y coloración. En 1999 se inició la exportación a Europa de otra variedad de pitahaya que corresponde al grupo de la amarilla.

Las frutas se venden en Israel a US\$2.30 cada una. Tienen demanda en supermercados de Alemania y Suiza. Se estima que su potencial de mercado en todo el mundo es de “millones de dólares”, por lo que se plantea la necesidad de financiamiento inmediato para la construcción de más invernaderos. Se estima que ya en Israel existen 20 ha con pitahaya.

Producción nacional

Como en otros países del continente americano, en México se han aprovechado las pitahayas desde épocas remotas, a través de la recolección de sus frutos para el consumo humano o del uso de los tallos para la preparación de remedios caseros. Paulatinamente se les ha sometido a cultivo, primero con su introducción en los huertos familiares o en los linderos de predios, hasta llegar al establecimiento de plantaciones especializadas.

Aunque las pitahayas se distribuyen en buena parte del territorio nacional, solamente en algunas zonas existe como cultivo en huertos familiares, y en áreas aún más reducidas se está desarrollando su producción en plantaciones especializadas. Hay plantas silvestres en toda la porción sur del país, pero la producción comercial de frutas sólo ocurre en los estados de Yucatán, Puebla, Campeche, Quintana Roo y Tabasco.

Existe amplia variación en las pitahayas aprovechadas o cultivadas en México, pero destacan tres: la pitahaya roja de pulpa blanca, la pitahaya roja de pulpa roja y la pitahaya blanca. La pitahaya roja de pulpa blanca es la más abundante y la de mayor importancia comercial, pues tiene presencia en los mercados regionales y también se coloca en el mercado internacional. La pitahaya roja de pulpa ro-

ja y solferina se produce principalmente en el estado de Puebla, en cantidades reducidas, en parte por lo exiguo de su producción, determinado por problemas para su polinización natural. La pitahaya blanca se cultiva a escala sumamente reducida en los estados de Yucatán, Campeche y Tabasco; en las últimas cuatro décadas se manifestó en los mercados regionales predilección por la pitahaya roja de pulpa blanca, que desplazó a aquélla, a grado tal que actualmente está en riesgo de extinción.

El periodo de disponibilidad de frutas es de mayo a noviembre, con algunas diferencias regionales y dependiendo del tipo de fruto. La pitahaya roja de pulpa blanca inicia en mayo en el estado de Puebla y en junio en el estado de Yucatán; termina en septiembre en el primer estado y en octubre en el segundo. La pitahaya blanca inicia su periodo de producción en junio y se prolonga hasta noviembre.

La producción actual se obtiene principalmente en huertos familiares, en superficies pequeñas, totalmente dispersas, con niveles de productividad sumamente bajos, con presentación y calidades muy diversas y con severos problemas fitosanitarios.

Se estima que en todo el país existen 145 ha cultivadas en estas condiciones, en donde se obtienen aproximadamente 450 toneladas al año.

Las plantas de pitahaya constituyen un elemento más de los diversificados huertos familiares, aunque en varias localidades de Yucatán, Tabasco, Puebla y Oaxaca algunos huertos familiares se han especializado en su producción.

Los primeros intentos de cultivo especializado de pitahayas en México se realizaron en el estado de Tabasco, a fines de los ochenta del siglo pasado, a partir del conocimiento de la experiencia iniciada en Colombia. El gobierno de ese estado promovió el establecimiento de parcelas experimentales en las que aplicó, sin las debidas adecuaciones a las condiciones de la región, las recomendaciones generadas en Colombia, principalmente los sistemas de plantación de espalderas sencillas y en "T", que se construyeron muy altas y al

poco tiempo fueron derribadas por los fuertes vientos de la zona (Reyes, 1995). Bajo ese influjo algunos productores hicieron pequeñas plantaciones en tutores vivos, que en la actualidad ocupan una superficie de 15 hectáreas.

En el estado de Yucatán se han realizado los mayores esfuerzos para el establecimiento de plantaciones, tanto por parte de los gobiernos federal y estatal como de particulares. Así, en 1996 y 1997 el Fondo Nacional de Apoyo a Empresas Sociales del gobierno federal (FONAES) apoyó proyectos de producción de pitahaya en una superficie de 180 ha; en 1997, 1998 y 1999 el gobierno del estado de Yucatán fomentó proyectos de cultivo de pitahaya en una superficie de 800 ha, además, productores particulares tienen alrededor de 20 hectáreas, todo lo cual hace un total de 1,000 ha establecidas en los últimos años.

Así como en Yucatán, en los otros dos estados de la península (Campeche y Quintana Roo) también se ha impulsado su cultivo, de tal manera que se estima que existen 10 hectáreas en el primero y 15 en el segundo.

En el estado de Puebla se han establecido parcelas demostrativas y existen pequeñas plantaciones que en conjunto ocupan 5 hectáreas.

De acuerdo con los datos anteriores, en México se establecieron 1,050 ha con plantaciones especializadas de pitahayas. De tal superficie la mayor parte ya no existe y otra está en condiciones de semi-abandono. Así, se estima que actualmente existe en el país un total de 145 ha, de las cuales 100 se encuentran en el estado de Yucatán (Cuadro 2).

Cuadro 2. Superficie con plantaciones especializadas de pitahayas en México, 2002

<i>Estado</i>	<i>Superficie (ha)</i>
Yucatán	100
Tabasco	15
Quintana Roo	15
Campeche	10
Puebla	5
Total	145

Fuente: Investigación directa.

El material vegetativo empleado es de pitahaya roja de pulpa blanca. Los esquejes utilizados para la propagación en viveros necesariamente se obtuvieron en los huertos familiares y, pese a la selección realizada, las plantaciones establecidas resultaron con gran variabilidad dentro del mismo grupo de pitahayas rojas de pulpa blanca.

En la superficie consolidada de 145 hectáreas que existe en el país se obtiene una producción máxima de 1,450 t de fruta, según un rendimiento promedio de 10 t/ha.

Producción del estado de Yucatán

En 1993 la Universidad Autónoma Chapingo, de acuerdo con el estudio de la producción de pitahaya en huertos familiares del estado de Yucatán, formuló las primeras propuestas para el mejoramiento de la producción de los huertos familiares y el establecimiento de plantaciones especializadas (Rodríguez *et al.*, 1993).

En apoyo a las iniciativas para impulsar las siembras de pitahaya, la Universidad Autónoma Chapingo elaboró proyectos productivos y posteriormente participó en la preparación de guías técnicas para el cultivo (Castillo *et al.*, 1996) y para la producción de plantas en viveros (Rodríguez, 1997). Igualmente, se organizaron cursos de capacitación (Castillo y Cálix, 1996) e intercambios de experiencias entre productores (Rodríguez, 1997a) y se realizaron o están en marcha investigaciones básicas y aplicadas.

Los primeros proyectos para el establecimiento de plantaciones de pitahaya se ejecutaron en 1995, como parte del Programa Nacional de Reforestación, coordinado por la Secretaría de Desarrollo Social del gobierno federal. En su componente agroforestal se incluyeron cuatro proyectos de pitahaya, en un total de 50 hectáreas, ejecutados por cuatro organizaciones de productores de otros tantos municipios del estado de Yucatán: Opichén, Maxcanú, Tetiz y Kinchil. Los productores recibieron recursos para la adquisición del material vegetativo y apoyos para el establecimiento de la plantación.

Los recursos canalizados a la actividad fueron limitados y se proporcionaron fuera de los tiempos más recomendados, además, los productores en general desconocían el manejo del cultivo y la propuesta técnica aún no era sólida, todo lo cual repercutió en el estado de las plantaciones. Después de dos años solamente una organización continuó trabajando en el proyecto, con sus propios recursos, convencidos de la importancia que el cultivo ya tenía en su comunidad; además, se generó experiencia que sirvió de base para nuevos proyectos.

En 1996 y 1997 el Fondo Nacional de Apoyo a Empresas Sociales del gobierno federal (FONAES) apoyó proyectos de producción de pitahaya en una superficie de 180 hectáreas, para 13 grupos de productores de 10 municipios. Los proyectos elaborados para cada organización incluyeron un esquema financiero que contempló los costos de establecimiento y de mantenimiento de las plantaciones durante los dos primeros años, con aportaciones de los productores, principalmente en fuerza de trabajo.

La experiencia resultó interesante, pues existió amplia relación de coordinación entre todos los grupos, tanto para abaratar costos en la adquisición de insumos como para organizar giras de intercambio.

El seguimiento técnico, organizativo y administrativo puntual, las acciones de capacitación y las giras de intercambio de experiencias que se efectuaron favorecieron la correcta ejecución de las acciones, hasta que al agotarse los recursos financieros y no obtenerse los rendimientos contemplados en los proyectos en la mayoría de las organizaciones hubo desánimo. Sin embargo, dos organizaciones fueron persistentes y continúan con éxito en la actividad, lo que indica que a pesar de los problemas enfrentados la propuesta fue esencialmente correcta.

En el periodo 1997-1999 el gobierno del estado de Yucatán fomentó proyectos de cultivo de pitahaya en una superficie de 800 hectáreas, distribuidas en pequeñas áreas en prácticamente todo el estado. Los apoyos proporcionados fueron escasos y no se dio ca-

pacitación ni seguimiento técnico, razones por las cuales la mayor parte de esa superficie ya se abandonó o se encuentra en malas condiciones técnicas.

En todo el estado de Yucatán se estableció un total aproximado de 1,000 ha con pitahaya en los últimos años, de las que solamente persisten 100.

El establecimiento de las plantaciones se realizó mediante dos mecanismos: el tradicional, en el que se planta directamente fracciones de tallo, y el tecnificado, que consiste en la producción previa de las nuevas plantas de pitahayas a partir de esquejes. Los mejores resultados se obtuvieron con el segundo procedimiento, pues permitió multiplicar el escaso material vegetativo existente, establecer plantas sanas y perfectamente formadas, y acortar el tiempo a la primera cosecha.

Los esquejes utilizados para la propagación en viveros se obtuvieron de huertos familiares y, a pesar de la selección realizada, las plantaciones establecidas resultaron con gran variabilidad dentro del mismo grupo de pitahayas rojas de pulpa blanca, situación que obliga a la realización de trabajos de caracterización de materiales que permitan obtener variedades comerciales.

El sistema de soporte más utilizado es el de tutores vivos, principalmente de ciruela mexicana (*Spondias* spp.) y chacah (*Bursera simaruba*). También se habilitaron soportes inertes, sobre todo de piedras, sea en tramos de bardas o bien en amontonamiento. El sistema de tutores vivos ha resultado la opción más económica, ecológica y práctica para el cultivo, además, tiene sustento en el hábito natural de vida de la pitahaya, descrito en la crónica histórica de Diego de Landa (1560): “crecen a trozos siempre pegados a otros árboles, revueltos con ellos”. El diseño para el establecimiento de una parte de las plantaciones contempla la formación de setos vivos de tutores y pitahayas. Una modalidad agroforestal del sistema consiste en el aprovechamiento de áreas con vegetación natural en las que se hace un derribe selectivo y se acondicionan las plantas elegidas para servir de tutores.

El manejo de las plantaciones consiste básicamente en la incorporación de nutrientes, el control de plagas y enfermedades, el combate de malezas y la poda de tutores.

La instalación de sistemas de riego inicialmente no se consideró como componente tecnológico, en la idea de que la pitahaya resiste periodos prolongados de sequía, hasta de seis meses. Sin embargo, Argüello y Jiménez (1997) encontraron que en estas condiciones los brotes vegetativos disminuyen, los tallos pierden turgencia, aparecen brotes deformes, mueren algunas partes de la planta y no hay efecto en la inducción floral; en contraparte, el riego favorece la recuperación de las plantas y el reinicio de su desarrollo. Finalmente, de acuerdo con las observaciones de campo y los resultados del estudio antes señalado, se llegó a la conclusión de que todo proyecto de producción comercial de pitahaya debe tener riego, de tal manera que los proyectos establecidos se están modificando con la adición de este importante componente.

La inexistencia de variedades comerciales de pitahaya, principalmente cultivada (la pitahaya roja de pulpa blanca), y el consiguiente uso de materiales vegetativos provenientes de huertos familiares arroja una producción sumamente heterogénea en cuanto tamaños, formas, coloración y dulzor.

Producción del estado de Puebla

En el estado de Puebla existen tres zonas productoras de pitahaya, con características ambientales diferentes: a) la Cañada, b) el Valle de Tehuacán y c) la Mixteca.

1. *Zona de la Cañada.* Esta zona comprende las localidades de San Diego Chalma, San Pablo Tepetcingo, Altepexi, Ajalpan, San Gabriel Chilac, San Sebastián Zinacatepec, Calipan y Cocaxtla, hasta llegar a los municipios de Teotitlán y San Martín Tepexpalan, del estado de Oaxaca.

En la zona se encuentran altitudes de entre 600 y 1200 msnm (San Gabriel Chilac y Ajalpan, respectivamente). La temperatura promedio anual oscila entre 14 y 22.4 °C (Ajalpan y San Sebastián

Zinacantepec, respectivamente) y la precipitación promedio anual fluctúa entre 104 y 535 mm (Ajalpan y San Sebastián Zinacantepec, respectivamente).

2. *Zona de la Mixteca*. Esta zona comprende las localidades de Tecamachalco, Tepeyahualco, Huitziltepec, Tepexi de Rodríguez, San Juan Ixcaquixtla y Zapotitlán Salinas, entre otras. Se ubica entre 1750 y 2340 msnm (Tepexi de Rodríguez y Tecamachalco, respectivamente), su temperatura promedio anual se ubica entre 17.1 y 22.1°C (San Juan Ixcaquixtla y Tepexi de Rodríguez, respectivamente), tiene precipitaciones entre 619 y 791 mm anuales (Tecamachalco y San Juan Ixcaquixtla, respectivamente).

3. *Zona del Valle de Tehuacán*. Comprende el municipio de Tehuacán y sus alrededores, como Miahuatlán, San Crespo Tochoapa y Cuapa. En Tehuacán la altitud es de 1676 msnm, la temperatura promedio anual de 18.6 °C y la precipitación de 480 mm anuales.

En las tres zonas se cultiva principalmente la pitahaya roja de pulpa blanca; en algunas localidades también existe pitahaya roja de pulpa roja o solferina, pero se trata de un material muy escaso, pues sus flores tienen severos problemas de polinización natural.

La época de cosecha comienza a partir del mes de mayo hasta el mes de octubre, pero con la característica importante de que la producción se da de manera alternada entre las tres zonas.

Las plantas de pitahaya tienen muchos años de haberse establecido; también existe interés por establecer nuevas plantaciones. Por ejemplo, en la población de San Martín Atexcal algunos productores percibieron que cada vez tiene mayor importancia el cultivo, por lo que se han preocupado por prodigarle cuidados y ahora se interesan por tener plantas más jóvenes.

Las plantas se encuentran en los huertos familiares; el interés por establecer plantaciones especializadas es reciente y aún no se logra éxito, pues el riesgo de daños por heladas es mayor en campo abierto.

Se estima que en el estado de Puebla existen 40 ha con pitahaya en huertos familiares. La estimación es bastante preliminar, pues la

cantidad de plantas es diferente en cada huerto. La producción que se obtiene en el área se estima que es de 120 t, si se toma como base un rendimiento de 3 toneladas por hectárea. También existen 5 ha con plantaciones especializadas, de las que se estima se obtiene una producción de 50 t. Así que la oferta total de pitahaya del estado de Puebla es de 170 t.

Las plantas de pitahaya se establecen en cercas de carrizo, corrales de piedra o en árboles. El tutor vivo más utilizado es el mezquite (*Prosopis* spp.); también se emplea huamuchil (*Pithecellobium dulce*), guaje (*Leucaena* sp.) y pitaya (*Stenocereus* spp.).

Uno de los factores restrictivos de la producción en el estado de Puebla es el agua. A pesar de que la pitahaya es una planta cactácea que resiste la sequía, para fines de producción comercial requiere de riego, máxime en las condiciones predominantes en el estado de Puebla, en donde la precipitación es escasa, en pocos meses del año y bastante irregular entre años. En 1998, por ejemplo, la lluvia fue escasa y el volumen de producción fue muy bajo con relación a otros años.

Identificación de la demanda

La demanda de pitahaya existe principalmente en los mercados regionales de las principales zonas productoras; en el mercado internacional también tiene buena aceptación.

El mercado regional de las pitahayas tiene notoria importancia en México, Nicaragua y Guatemala. En Colombia se restringe a los grupos de población de altos ingresos de las ciudades.

Salvo en Nicaragua, en ningún otro país productor se ha desarrollado el mercado nacional de pitahayas.

En el mercado internacional tiene gran dinamismo el sector de las llamadas frutas exóticas. Las pitahayas están catalogadas como tales, aunque su participación en ese segmento de mercado es aún mínima. El mercado de frutas exóticas no es enorme por los volúmenes demandados, aunque sí es exclusivo, tanto por los altos pre-

cios que alcanzan las frutas como por las exigencias de calidad. Las restricciones fitosanitarias impuestas por Estados Unidos a la importación de frutas frescas de pitahayas hace que en América sea sólo Canadá el mercado principal; Europa y Asia son otros demandantes importantes. En Europa destacan Alemania y Francia, y en Asia, Japón, donde la demanda de la llamada “fruta dragón” es creciente.

Stubbert y Mojica (1997) estiman una demanda semanal de 70 toneladas (30 en Europa, 20 en Japón y 20 en Canadá), que equivalen a un requerimiento anual en el mercado internacional de 1,500 toneladas, monto superior al volumen estimado de producción para exportación, lo que significa que en el momento actual existe amplio mercado para el total de dicha producción.

El proceso de comercialización

Comercialización de la producción mundial

La comercialización de las pitahayas se realiza sobre todo en los mercados regionales de los países productores y en el mercado internacional. Colombia y Nicaragua orientaron sus proyectos de producción principalmente al mercado internacional, en tanto que México, Nicaragua y Guatemala comercializan en los mercados regionales.

La demanda de las frutas de las distintas pitahayas es importante y creciente en algunos mercados regionales y su aceptación es cada vez mayor en el mercado internacional, en donde ya son reconocidas como una exquisita y exótica fruta tropical. Estos mercados deben consolidarse y ampliarse mediante la obtención de pitahayas con las calidades demandadas por los consumidores, la promoción de las mismas y la organización de eficientes sistemas de acopio, empaque y comercialización.

En el mercado internacional, que muestra una tendencia al incremento del consumo de frutas exóticas, cada tipo de pitahaya y

los países que lo producen tienen distintas perspectivas, toda vez que, en general, no se establece competencia directa entre ellos.

En Colombia tienen que aplicarse rigurosos y costosos métodos de tratamiento para el control de moscas de la fruta, como requerimiento para volver a exportar pitahaya amarilla. En Nicaragua y en Guatemala tienen que superarse las restricciones sanitarias, por su ubicación en el área centroamericana, así como por la limitada infraestructura de exportación con que cuentan; en el caso de la pulpa congelada, en Nicaragua tendrán que aplicarse innovaciones tecnológicas que abaraten los costos de producción y mejoren la calidad del producto, y de esa manera puedan aprovechar los beneficios de su participación en el mercado norteamericano abierto por ellos. En México tendrá que organizarse globalmente la comercialización de pitahayas rojas de pulpa blanca para que se puedan ofrecer de manera continua frutas de calidad, sanas y uniformes durante toda la temporada, que permitan al país competir con la producción de Israel.

A pesar de que los diferentes tipos de pitahaya tienen mercados distintos, entre ellos existen características comunes. En el mercado internacional la pitahaya está indisolublemente asociada a la fruta producida en Colombia, en virtud de que fue la primera en colocarse en ese mercado. Los productores y comerciantes de pitahayas rojas, tanto las de pulpa roja como las de pulpa blanca, en consecuencia, tienen que superar el estereotipo formado a partir de la producción de Colombia, pero también deben asumir que el precio de la pitahaya amarilla es el referente más importante para la definición del precio de las otras pitahayas y que los valores de tal referente muestran tendencia a la baja.

La restricción sanitaria definida para la pitahaya amarilla también se aplica a las otras pitahayas, de tal manera que el importante mercado de Estados Unidos está vedado, porque rechaza toda fruta que cataloga como hospedera de moscas de la fruta, plaga de las que está libre en todo su territorio.

En el mercado asiático también aplican medidas fitosanitarias estrictas, pero aceptan, sin tratamiento alguno, la pitahaya roja de pulpa blanca producida en México; en el mercado europeo son más tolerantes, pues no hay obstáculo para la introducción de pitahayas de Guatemala y Nicaragua. Sin embargo, la aceptación de que en Colombia la pitahaya es atacada por moscas de la fruta, y de que, por tanto, es necesario someterla a tratamiento con vapor caliente, dificultará aún más los esfuerzos realizados en Nicaragua para demostrar lo contrario. De no avanzarse coordinadamente en los estudios que constaten la presencia o ausencia de moscas de la fruta en todas o en ciertas pitahayas, la tendencia será a la aplicación de tratamientos costosos a toda la producción de exportación. Israel tendría beneficios con una disposición de esta naturaleza, dado que su producción la obtienen principalmente en invernaderos, bajo condiciones controladas.

La disponibilidad de las frutas en el transcurso del año es otro elemento que define ventajas y desventajas para las distintas pitahayas y sus productores. En Colombia existen las mayores ventajas al respecto, pues su producción es durante todo el año, si bien se concentra en dos épocas, de febrero a marzo y de julio a agosto, y en la primera es la única pitahaya que concurre al mercado. En Nicaragua, en tanto, hay ventajas sobre Guatemala en el mismo tipo de pitahaya, pues la disponibilidad en el primer país abarca de mayo a noviembre, mientras que en el segundo es de junio a septiembre.

La disponibilidad de fruta en México comprende de mayo a octubre, pero existen dificultades para que en ese lapso de tiempo la oferta sea regular y continua, prácticamente semana a semana, condición forzosa para participar y mantenerse en el mercado internacional de frutas, pues la producción se concentra solamente en cuatro o cinco semanas, en periodos discontinuos.

Una salida a este problema es la organización global de la comercialización que permita aprovechar al máximo las diferencias regionales en las cosechas de pitahaya.

El problema de la marcada estacionalidad de la producción podría solucionarse con prácticas de cultivo que induzcan la floración, basándose principalmente en el riego y en el óptimo manejo nutricional y sanitario de las plantaciones; también pueden aplicarse reguladores de crecimiento para la inducción de floración, así como procedimientos que retrasen o aceleren la maduración de los frutos.

Las opciones de industrialización también son importantes en el sentido de que permitirían mantener una reserva de productos que puedan canalizarse al mercado fuera de la temporada de producción. Sin embargo, en el corto y mediano plazos las posibilidades son escasas, pues en México la mayor superficie de producción de pitahaya se encuentra en el estado de Yucatán, en donde las condiciones ambientales, bastante uniformes, restringen la posibilidad de exportar.

La competencia directa que tiene que enfrentar la producción de México es con la de Israel, puesto que ambos países cultivan el mismo tipo de pitahaya. Dada la uniformidad de las frutas obtenidas en condiciones muy controladas en Israel, en México tiene que realizarse un riguroso trabajo de selección que garantice que solamente las frutas de la máxima calidad, aproximadamente un 5 % del total producido, sean destinadas a la exportación.

De acuerdo con las consideraciones anteriores, la perspectiva para México no está en el mercado internacional que, sin lugar a dudas, es importante y debe buscarse participar crecientemente en él, sino en la ampliación de su mercado interno.

Comercialización de la producción nacional

La comercialización de las pitahayas mexicanas se realiza principalmente en los mercados locales y regionales de las pocas zonas productoras del país, una parte se canaliza a los mercados de algunas ciudades importantes y una mínima cantidad se dirige a la exportación.

Toda la pitahaya que se comercializaba antes de 1999, aproximadamente 450 t, provenía de los huertos familiares. A partir de

ese año se inició la producción de las plantaciones especializadas, que actualmente se estima en 1450 toneladas anuales.

La producción de pitahayas tiene estrecha relación con las zonas en las que se consume y en las que, por tanto, se realiza el proceso de comercialización. Como ya se ha señalado, destacan varios estados del sureste (Yucatán, Campeche, Quintana Roo y Tabasco), y los estados de Puebla y Oaxaca.

La península de Yucatán conforma el mercado más importante para las pitahayas, el cual tuvo su origen desde la época prehispánica y se ha mantenido e incluso acrecentado a través del tiempo. En una crónica, en 1560 se escribió que “no hallan los indios tantas por los montes cuantas comen los españoles”, que hoy en día bien podría replantearse en los términos siguientes: “y no se cosechan tantas en los huertos familiares cuantas comen los yucatecos”. En el estado de Puebla, a pesar de que existe importante producción de pitahaya, no se ha generalizado el interés por su consumo, lo que da lugar a que buena parte de su cosecha sea canalizada a otras regiones del país, incluso al extranjero.

La escasa producción que se obtiene no alcanza a satisfacer la demanda del producto, y muchos consumidores se quedan sin cubrir sus necesidades de pitahaya, ya sea porque no encuentran la fruta en el mercado o porque los precios son muy elevados, debido a la escasez del producto y a la fuerte demanda que tiene. En consecuencia, los mercados regionales tienen capacidad para captar una cantidad mayor a la producción generada actualmente. Aparejado al reciente interés por establecer plantaciones, también se ha notado una tendencia al aumento del conocimiento y del consumo de la fruta, por lo que también es previsible una ampliación de la demanda.

La producción se comercializa en pequeña escala en las mismas comunidades productoras. En el caso de las localidades que en años recientes se especializaron en la producción de pitahayas en sus huertos familiares, se dan dos vías de comercialización: en una, el productor se encarga directamente de la venta de su cosecha, ya sea en las carreteras o en los mercados o centros de acopio; en la otra,

los intermediarios acuden a los poblados para adquirir la producción, que trasladan en cajas de madera o de plástico (“huacales”) a los mercados o centros de acopio. El segundo mecanismo es el que tiene mayor importancia y es el que ha dado lugar a la formación de una extensa red de intermediarios, generalmente formada por productores de las mismas regiones.

En los centros de acopio la pitahaya es adquirida por intermediarios de frutas y verduras que la llevan a los mercados o supermercados, incluso de ciudades importantes de las mismas regiones (Mérida, Cancún, Campeche, Chetumal, Villahermosa, etc.), o bien a la ciudad de México. En estos últimos sitios la fruta es adquirida directamente por los consumidores finales, pero también por mayoristas que la distribuyen a restaurantes o supermercados.

Los esquemas de intermediación, del productor al consumidor final, incrementan considerablemente el primer precio vigente en las comunidades productoras: de entre 2 y 4 pesos por fruta, puede alcanzar en los mercados y supermercados de las ciudades el precio es de 6 a 10 pesos por fruta y de 35 a 65 pesos por kilogramo, según cotizaciones de 2000.

En estos mercados las pitahayas se venden como fruta fresca. Algunos establecimientos, principalmente loncherías y restaurantes, ofrecen a sus clientes bebidas de pitahaya, llamadas refrescos de pitahaya en Yucatán y machacados de pitahaya en Quintana Roo. En las neverías de Yucatán se expenden helados y champolas de pitahaya (helado de pitahaya con leche, sin batir); también se expenden granizados (raspados), que implican la elaboración previa de un jarabe de pitahaya. En Tabasco, la empresa Agroindustrias Carla ha tenido avances en la obtención de pulpa deshidratada y licor de pitahaya. En Yucatán, algunos grupos de productores ya cuentan con experiencia en la elaboración casera de mermelada de pitahaya.

La vasta extensión y la gran heterogeneidad ambiental y cultural del país han dificultado que los distintos mercados regionales, algunos de ellos de gran importancia, se amplíen hasta dar lugar a la formación de un mercado nacional para la pitahaya.

La producción del estado de Puebla se lleva a la capital del país y a Villahermosa, en cuyas centrales de abasto se distribuye a supermercados de las mismas ciudades o bien se envía a mercados regionales deficitarios, principalmente de la península de Yucatán, en donde el Servicio Nacional de Información de Mercados ha detectado y registrado el arribo de esta producción.

En el mercado nacional en general existe un marcado desconocimiento de la fruta y de sus propiedades alimenticias y medicinales. Incluso, es común que se le confunda con la “pitaya”, que es igualmente fruto de una cactácea, aunque de forma, color, sabor y propiedades diferentes.

Está claramente identificada la creciente demanda de la pitahaya en el mercado internacional y de manera incipiente ya México participa en él, principalmente con producción obtenida en el estado de Puebla. La pitahaya roja de pulpa blanca producida en Yucatán ya se ha mandado experimentalmente a Japón, a donde ingresó sin obstáculo alguno, igualmente se ha presentado, junto con la pitahaya blanca, en importantes exposiciones internacionales realizadas en México.

Una condición para la exportación de pitahaya, además del cumplimiento de las especificaciones de calidad del producto y de la realización de los trámites correspondientes, es el suministro continuo, semana a semana, durante todo el ciclo de producción, que abarca de mediados de junio a mediados de octubre. En la perspectiva regional solamente el estado de Puebla puede cumplir con tal requerimiento, pues la diversidad de ambientes naturales en áreas reducidas permite que la producción de pitahaya sea continua, primero en una zona y luego en otra. En cambio, en los estados de Tabasco, Yucatán, Quintana Roo y Campeche los periodos de cosecha coinciden en el tiempo y están sumamente concentradas: una semana de cosecha y tres en las que no hay producción.

Comercialización de la producción del estado de Puebla

En el estado de Puebla, la producción destinada al mercado local se comercializa en pequeña escala en las mismas comunidades productoras. Por ejemplo, en la carretera de Tepeyahualco-Tecamachalco se pueden observar durante el periodo de producción comerciantes de esta fruta; también se lleva a los mercados principales, como la Purísima, en Tehuacán. En San Martín Tepexpalan, del estado de Oaxaca, existe un centro de acopio al que suele llevarse la pitahaya.

Los acaparadores o acopiadores pasan de casa en casa a recolectar la fruta para luego venderla, ya sea en los mercados ya mencionados o trasladarla a los mercados de la ciudad de México, Puebla o Villahermosa; del último sitio se desplaza a la Península de Yucatán.

Los precios del producto son muy variados; en algunas poblaciones como en San Diego Chalma, en 1998 se cotizó de 50 a 70 centavos por fruto mientras que en San Martín Atexcal se llegó a pagar el fruto hasta en 10 pesos, y en lugares como Dolores Hidalgo la caja se vendió en 250 pesos, lo que refleja la gran variabilidad de precios. Una de las causas de esta variabilidad es la escasez del producto en el mercado.

Toda la fruta que hasta ahora se ha exportado a los diferentes mercados extranjeros es producida en el estado de Puebla; el principal demandante es el mercado japonés, y la producción es insuficiente para satisfacer la demanda de tal mercado, por lo que se tiene que acudir al estado de Yucatán para completar los envíos de fruta acordados.

Uno de los factores que influyen en la exportación es la disponibilidad del producto durante toda la época de producción, lo cual no cumple Yucatán, pues cuando es época de cosecha ésta se da de manera homogénea y tienen que pasar por lo menos 15 días para volver a cosechar.

Así, la comercialización internacional de pitahaya se realiza con la producción obtenida en los huertos familiares, puesto que aún no hay plantaciones comerciales importantes, lo cual implica, primero, la existencia de un eficiente sistema de acopio y, segundo, la rigurosa selección de la fruta acopiada.

En la exportación de pitahaya, según el principal acopiador de la empresa Cosmo, para asegurar la compra-venta del producto se realiza un recorrido por las áreas de producción durante el mes de abril, a fin de visualizar la floración y formular un plan de venta; a partir del mes de mayo comienza la recolección de la fruta y la selección de las que cumplan con las características de exportación; las frutas seleccionadas son inspeccionadas por la SAGARPA, que en su caso extiende el certificado fitosanitario. Las frutas que no cumplen con los requisitos de exportación son enviadas para su venta a los mercados locales y a la Central de Abasto de la ciudad de México.

Las cantidades que se exportan fluctúan entre 80 y 90 cajas por embarque, y se hacen dos envíos por semana.

En la Figura 1 se muestran los canales de comercialización que sigue toda la producción, tanto la destinada al mercado local como la de exportación.

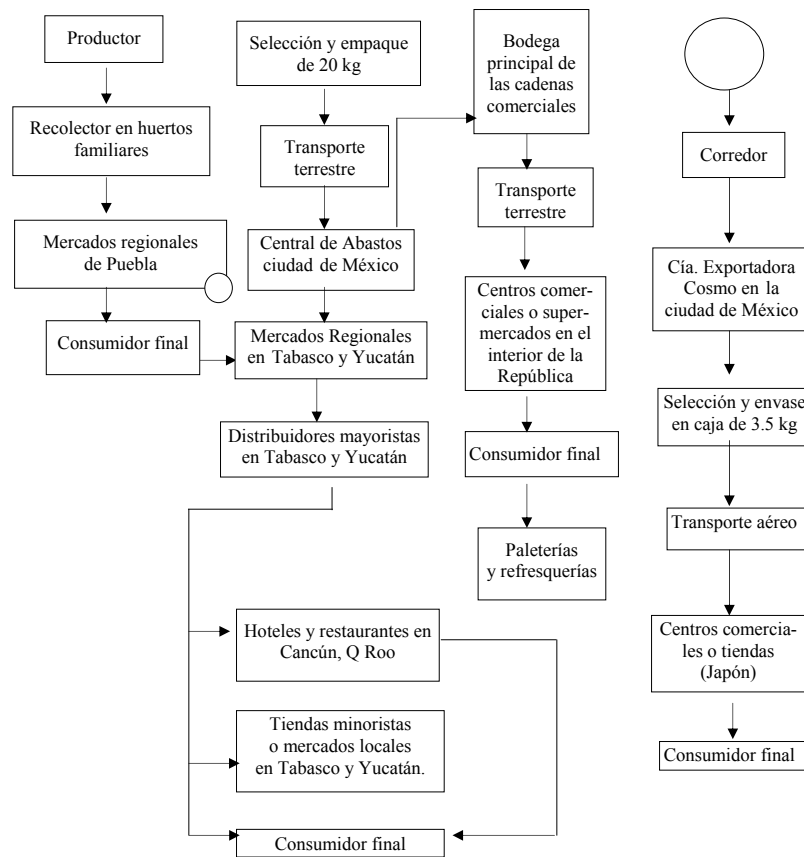
Potencial productivo de exportación

Los frutales tropicales tienen ventajas comparativas en el mercado internacional. El nicho de mercado al que concurren, el de frutales exóticos, está en franco crecimiento. México, en consecuencia, tiene condiciones favorables para participar en el mercado con estos productos agrícolas. De ahí la importancia de continuar el impulso de su cultivo y el apoyo a la comercialización en el marco de la promoción de los agroproductos no tradicionales.

La pitahaya es un frutal exótico y un agroproducto no tradicional, por lo que cuenta con ventajas comparativas. Aunque la mayor parte de la producción especializada de este frutal se concentra en

el estado de Yucatán, en la actualidad solamente el estado de Puebla tiene potencial exportador, pues es el único estado que, en virtud de sus diferencias ambientales en las tres zonas productoras, puede garantizar el suministro continuo de frutas a los compradores extranjeros.

Figura 1. Canales de comercialización de la pitahaya del estado de Puebla



Fuente: López y Ortiz (1999).

La ventaja de la producción del estado de Puebla debe consolidarse, para lo cual se requiere del mejoramiento de la producción de los huertos familiares y del establecimiento de plantaciones especializadas. La elaboración y la rigurosa validación de las propuestas para ambas vertientes de consolidación deben acompañarse de la capacitación a los productores y de la formación de un cuerpo técnico especializado en el cultivo.

En las condiciones actuales, la producción aportada por los huertos familiares del estado de Puebla es insuficiente para garantizar el cumplimiento de los compromisos establecidos con la empresa que exporta a Japón. Por esta razón se ha acudido al estado de Yucatán para completar los envíos. Toda vez que en Yucatán existen plantaciones especializadas que año tras año están incrementando sus volúmenes de producción, es de vital importancia establecer mecanismos de coordinación que garanticen el cumplimiento de los compromisos establecidos con los compradores extranjeros y que al mismo tiempo sean favorables a los productores de ambos estados.

La producción mexicana de pitahaya, en especial la del estado de Puebla, tiene que enfrentar la competencia que significa la producción de Israel, obtenida en condiciones controladas, que permite uniformidad y calidad. De no tomar medidas para el mejoramiento de la calidad de la producción, la tendencia sería a que la producción de Israel cubra el mercado internacional de pitahaya roja de pulpa blanca.

Aunque no existe competencia y relación directa con la producción de pitahaya amarilla de Colombia, la tendencia a la disminución del precio de dicha fruta y la aceptación en dicho país de que la pitahaya es hospedera de la mosca de la fruta afectará la producción mexicana. De acuerdo con lo anterior, toda fruta destinada al mercado internacional tendrá que someterse a un tratamiento con vapor caliente. El procedimiento aplicado contra la mosca del mediterráneo consiste en la exposición de la pitahaya en una cámara con vapor caliente durante 20 minutos después de que la temperatura en el centro de la fruta llegue a 46 °C, con humedad relativa superior al

95 % dentro de la cámara; para la mosca suramericana es suficiente con aplicar la misma temperatura, a igual humedad relativa, durante el menor tiempo posible. Tales especificaciones comienzan a solicitarse para la producción mexicana, lo que, si en efecto tiene que aplicarse, implicará aumentos considerables de los costos. Por si fuera poco, la producción de Israel no estaría en la misma situación, pues por el carácter intensivo y bien controlado de su producción no tendría que aplicar tratamiento fitosanitario alguno.

Políticas de promoción y mercadotecnia

La perspectiva para la producción nacional de pitahayas reside principalmente en el crecimiento del consumo interno; para lograrlo se requiere desarrollar sistemáticamente campañas de promoción de la fruta, enfatizando en sus características y distintas formas de uso, así como en sus variadas propiedades. Del buen diseño y aplicación de las estrategias de promoción dependerá el incremento de la demanda de pitahayas que permita rebasar los limitados mercados regionales y conformar el mercado nacional; de esta manera también se evitaría el establecimiento de relaciones de dependencia de mercados foráneos, en los que, por otra parte, habrá que seguir participando. Las estrategias de promoción y mercadotecnia son diferentes en cada caso.

Promoción en el mercado nacional

El principal factor que ha limitado la creación del mercado nacional de pitahaya es la constricción del conocimiento y del consumo de la fruta en algunos mercados regionales, y su consecuente desconocimiento en otros, incluso en los grandes centros de consumo del país.

Los mercados regionales tienen natural tendencia al incremento de la demanda, por lo que ahí no se requiere de campañas de promoción de la fruta. En todo caso, habrá que difundir información complementaria sobre sus distintas formas de consumo, y sus propiedades nutritivas y medicinales.

En los mercados en los que la fruta es desconocida se requiere de intensas y sistemáticas campañas de promoción, en las cuales se utilicen variadas formas de difusión. Sin embargo, el mecanismo que tendría mayor efecto sería la elaboración de idóneos anuncios publicitarios que se transmitan por radio y televisión en los espacios y tiempos correspondientes al gobierno federal, específicamente a la Secretaría de Agricultura. Los distintos medios escritos también son fundamentales; un ejemplo es el número 82 de la revista *Claridades Agropecuarias*, que está dedicado a la pitahaya y que también está disponible en la Internet. La organización y la participación en ferias y exposiciones nacionales y regionales también son importantes, pues permiten el conocimiento directo de la fruta, e incluso su degustación.

Promoción en el mercado mundial

En el mercado internacional la promoción en lo fundamental tiene que estar vinculada a las acciones de comercialización, de tal manera que los mismos importadores y distribuidores de la fruta coadyuven a ese propósito. Esto significa que, en primera instancia, la promoción debe dirigirse a los compradores y comerciantes, antes que a los consumidores. Los mecanismos a utilizar son folletos promocionales y algunos estudios acerca de la planta.

Una vez establecidos los contactos comerciales, y firmados los respectivos contratos, en los envíos es conveniente incluir folletos promocionales, en los que se indiquen las propiedades de la fruta y principalmente sus formas de consumo, incluidas algunas recetas.

La asistencia a ferias y eventos internacionales es de fundamental importancia, por la posibilidad de promocionar directamente la fruta. Al respecto, debe considerarse que el atractivo de la pitahaya reside en buena medida en su presentación, que es exótica, y que de acuerdo con la cultura asiática asemeja el cuerpo de un dragón. En este aspecto es de capital importancia la intervención de los gobiernos estatales y federal como promotores de los agroproductos no tradicionales, pues pueden organizar ferias regionales o nacionales

y apoyar la participación de los productores a eventos comerciales en el extranjero.

Una herramienta fundamental en la actualidad es la Internet, pues en los países desarrollados es generalizado su acceso, y a través de ella se puede difundir información acerca de la pitahaya e incluso establecer contactos comerciales. Las principales empresas exportadoras e importadoras ya utilizan este medio.

Conclusiones

En el estado de Puebla se produce de manera comercial la pitahaya roja de pulpa blanca. La pitahaya roja de pulpa roja o solferina es sumamente escasa.

La pitahaya roja de pulpa blanca del estado de Puebla se produce comercialmente en huertos familiares de tres regiones del estado: la Cañada, el Valle de Tehuacán y la Mixteca.

Una parte de la producción de pitahaya del estado de Puebla se comercializa en el mercado internacional, principalmente en Japón, en donde es llamada “fruta dragón” y tiene muy buena aceptación.

El estado de Puebla tiene condiciones para la exportación de pitahaya, dado que las diferencias ambientales de sus tres zonas productoras garantizan continuidad en el suministro de fruta durante todo el periodo de producción.

La producción del estado de Puebla es insuficiente para satisfacer la demanda internacional de pitahaya roja de pulpa blanca y para cumplir los compromisos comerciales con los compradores extranjeros, por lo que a fin de garantizar este cumplimiento se adquiere parte de la producción de pitahaya del estado de Yucatán, en donde existen plantaciones especializadas, pero la producción se presenta de manera discontinua.

Israel produce el mismo tipo de pitahaya, y con la uniformidad de sus frutas y la calidad que obtiene en invernaderos, en condiciones controladas, adquiere ventajas en el mercado internacional.

La aceptación de parte de Colombia de que la pitahaya es hospedera de la mosca de la fruta y de que es necesario tratar con vapor caliente la fruta de exportación repercutirá en el mediano plazo en la producción del estado de Puebla, que al tener que aplicar este tratamiento se incrementarán sus costos de producción.

Recomendaciones

Para el aprovechamiento del potencial exportador de pitahayas del estado de Puebla se deben plantear acciones tendientes al mejoramiento de la producción de los huertos familiares, así como al establecimiento de plantaciones especializadas, pero acompañadas de propuestas para la formación de un equipo técnico especializado en el cultivo y la paulatina capacitación de los productores.

Para cumplir con los actuales y futuros compromisos de exportación es necesario establecer alianza con los productores de pitahaya del estado de Yucatán, pues ya cuentan con plantaciones especializadas.

Es necesario la realización de campañas sistemáticas de promoción de la fruta en el mercado nacional y en el de exportación. La organización y la participación en ferias regionales, nacionales e internacionales es de fundamental importancia. Los gobiernos federal y estatal también deben participar en la promoción a través de diversos mecanismos: anuncios en radio y televisión, difusión en Internet, organización y apoyo para la participación en ferias, entre otros.

Es momento de elaborar la norma oficial mexicana para pitahaya roja de pulpa blanca, en la que junto con las especificaciones técnicas se contemplen de manera precisa los requerimientos de inocuidad alimentaria. Sobre la misma base deben definirse y probarse las buenas prácticas agrícolas y de empaque, para proceder a la capacitación de personal que se haga cargo de su aplicación.

Literatura citada

- Argüello P., E. y V. A. Jiménez A. 1997. *Periodos prolongados de sequía en pitahaya (Hylocereus undatus Haworth)*. Tesis profesional. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México.
- Castillo M., R. y H. Cálix de D. (comps.). 1996. *Primer curso teórico práctico sobre el cultivo de la pitahaya*. Memorias. Universidad de Quintana Roo. Chetumal, Quintana Roo, México.
- Castillo M., R.; H. Cálix de D. y A. Rodríguez C. 1996. *Guía técnica para el cultivo de pitahaya*. CONACYT, Universidad de Quintana Roo, INIFAP y Universidad Autónoma Chapingo. Chetumal, Quintana Roo, México.
- Gobierno del estado de Puebla. 1999. Programa regional de fomento al cultivo de la pitahaya (*Hylocereus undatus*) en la Mixteca Poblana. Puebla, Puebla, México.
- López C., J. y Y.D. Ortiz H. 1999. "Canales de comercialización de la pitaya de Tehuacán Puebla". En: *Memoria del VIII Congreso Nacional y VI Internacional sobre Conocimiento y Aprovechamiento del Nopal*. San Luis Potosí. Universidad Autónoma de San Luis Potosí. México. p. 131.
- Landa, Fray Diego de. 1973. *Relación de las cosas de Yucatán*. Porrúa, décima edición. Distrito Federal, México.
- Mizrahi, Y. y A. Nerd. 1999. "Usage of various cactus species as fruit and vegetable crops in Israel". En: J.R. Aguirre R. y J.A. Reyes A. (eds.). *Memoria del VII Congreso Nacional y VI Internacional sobre Conocimiento y Aprovechamiento del Nopal*. San Luis Potosí, SLP, México. pp. 241-251.
- Polanco, G. E. 1994. "El mercado de frutas exóticas". En: Hesén, J. et al. (eds.). *Memoria del Primer Encuentro Nacional del Cultivo de Pitahaya*. Instituto Nicaragüense de Tecnología Agrícola, Proyecto CEE-ALA 86/30 y Asociación de Productores Exportadores No Tradicionales. San Marcos Carazo, Nicaragua. pp. 163-178.

- Reyes R., N. de la P. 1995. *El cultivo de las pitahayas y sus perspectivas de desarrollo en México*. Gobierno del estado de Tabasco. Villahermosa, Tabasco, México.
- Ríos, S. 1998. "Breve descripción de la producción y comercialización de la pitahaya en Nicaragua a mayo de 1998". En: *Nicaragua for Export*, mayo-junio de 1998. APENN. Managua, Nicaragua. pp. 34-35.
- Rodríguez C., A.; J.C. García A.; M.G. González S.; C. Jiménez R.; M.C. Moreno G.; L.J. Pallares H.; V. Ramírez L.; L. Rosas M., R. Rueda R.; E. Trejo T.; S. Velazco G. y E. Zárate E. 1993. *El cultivo de pitahaya en Yucatán*. Universidad Autónoma Chapingo y Gobierno del estado de Yucatán. Maxcanú, Yucatán, México.
- Rodríguez C., A. 1997. *Guía técnica para la producción de plantas de pitahaya en viveros*. Secretaría de Desarrollo Social y Universidad Autónoma Chapingo. Maxcanú, Yucatán, México.
- Rodríguez C., A. (coord.). 1997a. "Pitahayeros". *Memoria del Primer Encuentro de Productores de Pitahaya de Yucatán*. Empresas de Solidaridad y Universidad Autónoma Chapingo.
- Stubbert, K. y C. Mojica. 1997. "Mercado de la pitahaya". En: *Nicaragua for Export*, marzo de 1997. APENN. Managua, Nicaragua. pp. 8-11.
- Vidal C., G. M. y J. Abello S. 1999. Metodología para la aplicación del tratamiento de vapor caliente en pitaya (*Selenicereus megalanthus* Haw.) contra la mosca del mediterráneo (*Ceratitis capitata* Wiedeman). Ponencia presentada en el Simposium Internacional *Requerimientos de Tratamientos Cuarentenarios en Frutas Tropicales y Subtropicales*. Manzanillo, Colima, México.

Ma. del Refugio Meráz Alvarado
Manuel Ángel Gómez Cruz
Rita Schwentesius Rindermann

PITAHAYA DE MÉXICO - PRODUCCIÓN Y COMERCIALIZACIÓN EN EL CONTEXTO INTERNACIONAL

Introducción

La planta de pitahaya es el miembro más maravilloso de la familia de las cactáceas, crece bajo el intenso calor de las zonas tropicales de México. Su fruto, llamado también pitahaya, tiene una cáscara suave de color rojo o amarillo, que cubre una pulpa jugosa de color claro y con un sinnúmero de pequeñas semillas negras. Las hojas externas de la fruta recuerdan las escamas de un dragón, por lo que se le llama “Dragon Fruit” en el idioma inglés (Cosmo, 1997).

El fruto es altamente apreciado en los mercados nacional e internacional, donde alcanza precios atractivos. Es una importante fuente de ingresos y empleo que constituye una alternativa productiva viable, sin embargo, la producción de pitahaya en México requiere de apoyo para desarrollar su mercado nacional e incentivar aún más el hábito de consumo.

El trabajo referido en esta parte es continuación de la investigación “Mercado mundial para las frutas exóticas de México”, iniciada en 1997 en el CIESTAAM, el cual incluye diez frutas exóticas del país (maracuyá, litchi, limón persa, pitahaya, kiwi, carambolo, rambután, longan, macadamia, y persimón); en este caso se caracteriza a la pitahaya, una de las frutas de este grupo de gran potencial socioeconómico en México.

En este texto se hace mención del origen y los antecedentes de esta fruta exótica, los aspectos ecológicos y agronómicos de la producción de la misma, y los principales países productores; además, se describe la situación que guarda en México la producción y comercialización de esta fruta y finalmente se hacen algunas consideraciones al respecto. Este artículo es complementario del texto de Adolfo Rodríguez Canto, que se incluye en este mismo libro.

Antecedentes

Ya para nuestros antepasados indígenas las cactáceas constituían una fuente de recolección de frutas dulces y jugosas que les ayudaban a sobrevivir en ciertas temporadas. La estación más afortunada para ellos era aquella en la que fructificaban las pitahayas, además de la pesca (Venegas, 1967, citado por Bravo-Hollis, 1978).

Después de la conquista de México, las cactáceas se distribuyeron en todo el mundo, formando parte de colecciones privadas y fundaciones de gobierno, principalmente en Inglaterra, Francia, España y China; estos dos últimos países actualmente tienen cultivos comerciales de tuna y pitahaya. Morton (1987) menciona que la pitahaya fue llevada a Hawai en 1830, cuando un barco cargado con diversas plantas zarpó de un puerto mexicano con ruta San Francisco-Cantón (China) y que durante el viaje la mayoría de las plantas murieron, por lo que fueron desechadas, pero el capitán del barco, al observar que la pitahaya estaba aún viva, la conservó. Sus esquejes fueron transplantados en Hawai y florecieron, convirtiéndose en una planta ornamental de la isla. Ahí sus flores eran muy espectaculares, pero rara vez producían frutos (agosto y septiembre). Por lo general, la planta se utilizaba como patrón o portainjerto sobre el cual se injertaban varias especies de cactáceas ornamentales.

La palabra pitahaya es de origen antillano y significa fruta escamosa (Salinas, 2000). En náhuatl, a esta fruta se le llamaba “nochtli”, o “cuahnochtli”, donde “cuauh” significa “árbol” e indica el lugar donde vive la planta. En Francia, la pitahaya es conocida como *cierge lézard*, *poire de chardon*; en Estados Unidos, como *Belle of the night*, *cinderella plant*, *night blooming cereus* y *strawberry pear*; en Inglaterra, como *night flowering cactus*; en Alemania, como *Echte stachelbirn*; en Italia y Guatemala, como *Pitaya*; en Asia, como *fruta del dragón*; en Cuba, como *pitajaja*; en Colombia, como *flor de cáliz* y *pitajaja*; en Nicaragua, como *pitahaya*; en Brasil, como *Rainha da Noite*, *dama da noite*, y en México es conocida con los nombres de *Junco tapatío*, *pitahaya orejona*, *pitaya reina de la noche* y *tasajo*. En maya se le conoce como *wob* (pitahaya);

sakwob (pitahaya blanca) o *chacwob* (pitahaya roja), *chacam*, *zacam*, *la-po-lei-fa*, *xacob*, *penxacub*. Para Julia F. Morton, una reconocida autoridad en el tema de las frutas exóticas, el fruto tiene un sólo nombre: “Strawberry Pear” (Morton, 1987).

No obstante que a esta fruta se le conoce en México desde la época precolombina y desde entonces ha sido utilizada de varias formas (fruta fresca, colorante, medicina, etc.), además de que ahora ha alcanzado precios atractivos en los mercados nacional e internacional, a la fecha no es conocida en muchos lugares de nuestro país o es confundida en muchas ocasiones con la pitaya, con la cual tiene algún parecido, aunque realmente las diferencias entre una y otra son notables (Cuadro 1). Su cultivo –en la mayoría de los casos– es en huertos familiares y el hábito de consumo en la población nacional es reducido.

Cuadro 1. Diferencias entre la pitahaya y la pitaya

Características	Pitahaya	Pitaya
Nombre científico	<i>Hylocereus undatus</i> Hawort	<i>Stenocereus</i> spp.
Hábito	Trepadora	Cactacea columnar (órgano)
Flor	Grande, acampanulada, tubular, hermafrodita, blanca o rosada, mide de 20 a 35 cm de largo y 34 de diámetro. La floración es nocturna	
Fruto	Baya	Baya
Forma	Ovoide, redondeado y alargado.	Ovoide semiredondeado (oblonga)
Diámetro	10 a 12 cm (más grande).	5.3 a 7.1 cm (más pequeña).
Peso	200 g a 1 kg (más pesada).	100 a 290 g (más ligera).
Cáscara	Rojo-purpúrea hasta rojo-amarillenta.	Verde, amarilla, rojo-morado.
Pulpa	Pulpa es blanca, roja o amarilla y tiene semillas negras pequeñas	Pulpa blanca, roja, amarilla, morada, rojo-violeta.
Otra	Presenta escamas foliáceas de color verde amarillento.	Presenta grandes espinas.
Tallo	Triangular (3 costillas o trialado).	6 costillas, 1 espina central apicular de 1.4 a 1.6 cm.
Raíz	Aparecen en las paredes de los tallos y espacios intercostales, que les permite fijarse a los tutores. Al llegar al suelo se comportan como terrestres.	Terrestre
Sabor	Menos dulce	Más dulce
Cosecha	Junio-septiembre, ocasionalmente se produce en octubre. Su máxima producción es en julio y agosto.	Abril-junio, máxima producción en mayo.

Fuente: Elaboración propia con base en los trabajos de Bravo-Hollis (1978); Arguëllo y Jiménez (1997) y Martínez (1998).

Por otra parte, los estudios relacionados con los costos de producción, canales de distribución, mercados, conservación e industrialización son limitados.

Origen

El origen de la pitahaya es incierto, ya que varios autores mencionan diferentes lugares, entre los que figuran Centroamérica, México, Indias Orientales, y Norte y Suramérica (Britton y Rose, 1937); México y Colombia (Founqué, 1972), América del sur, ya que ahí se han encontrado los géneros más primitivos (Jorge y Ferro, 1989).

Otros autores, citados por Bravo-Hollis (1978), reportan que la pitahaya es originaria de América tropical, posiblemente de La Martinica o de Colombia; Morton (1987) menciona que se cree nativa del sureste de México (de la costa del Pacífico), de Guatemala, Costa Rica y El Salvador, y que es comúnmente cultivada y propia de las tierras tropicales de América, del oeste de la India, Las Bahamas, Bermudas, sureste de Florida y de los trópicos del Viejo Mundo (Fernández, 1535).

Ecología

La pitahaya se encuentra en las regiones tropicales y subtropicales de América, desde las selvas bajas perennifolias hasta las selvas bajas caducifolias, se desarrolla desde 0 hasta los 2000 msnm, aunque crece mejor entre los 1000 y 2000, con precipitaciones de 470 a 4000 mm, temperaturas de 18 a 26 °C y en suelos con pH de 5 a 8.5 (Cruz, 1994), rendzinas café-rojizas y negras, de textura media, poco o muy pedregosos en litosoles, asociación de litosoles cambisoles someros, sin piedra o pedregosos, así como en asociaciones de luvisoles, aunque se desarrolla mejor en suelos francos, arenosos o pedregosos de buen drenaje (Ortiz *et al.*, 1994) y en climas con periodos de seis meses de lluvias, con precipitación anual de 800 a 1500 mm. Se desarrolla bien en climas cálidos subhúmedos, pero también se adapta a los climas secos. En general, puede crecer en

diferentes tipos de suelos y es resistente a las condiciones de sequía y a los suelos pobres (Cáliz-de Dios, 2000). La planta de pitahaya tiene un alto potencial productivo, ya que por sus bajos requerimientos de agua puede ser cultivada en zonas de baja precipitación o con periodos de sequía estacionales.

Taxonomía

Existen de 16 a 18 de especies de pitahaya, distribuidas en las Antillas, México, América Central y el norte de Sudamérica. En México existen tres especies muy conocidas (Bravo-Hollis, 1978), pero algunos autores, citados por Argüello y Jiménez (1997) (Stanley, 1978; Britton y Rose, 1937, y Backerber, 1978), mencionan que existen 10, 20 y 21 especies, respectivamente, siendo México y Nicaragua los que tienen la mayor diversidad genética en esta especie. La pitahaya pertenece a la familia Cactaceae, subfamilia Cereoideae, tribu Hylocereae, subtribu Hylocereinae, género Hylocereus.

Esta especie ha sido identificada por diversos autores con otros nombres: *Cactus triangularis aphyllis* (Jacquin); *Cereus triangularis major* (De Candolle); *Cereus undatus* (Haworth); *Cereus tricostratus* (Gosselin); *Hylocereus tricostratus* (Britt et al.); *Cereus trigonus guatemalensis* (Eichlam); *Hylocereus guatemalensis* (Eichl; Britt y R., 1920, citados por Bravo-Hollis, 1978) y *Cactus trigonus*, Plum (Jorge y Ferro, 1989).

Descripción botánica

La planta de la pitahaya es un cactus suculento, rústico, epífita, con frutos de sabor agradable, es una planta perenne, silvestre, resistente a la sequía y poco exigente en cuanto a la calidad del suelo, puede crecer en las copas de los árboles, y sobre rocas y paredes o en el suelo.

Flor. Su flor es grande, de forma acampanulada, tubular, hermafrodita, blanca o rosada, mide de 20 a 35 cm de largo y 34 de diámetro. La floración es nocturna (Argüello y Jiménez, 1997).

Fruto. La formación del fruto, desde el momento de la polinización dura de 4 a 8 meses. Es una baya ovoide, redondeada o alargada; según la temperatura, puede medir de 10 a 12 cm de diámetro y su peso varía de 200 g hasta 1 kg. Su cáscara presenta tonalidades desde rojo-purpúreas hasta rojo-amarillentas, con brácteas de color verde-amarillento, variando el número y su longitud (Argüello y Jiménez, 1997). La pulpa es blanca o roja y tiene muchas semillas pequeñas de color negro, carece de olor y sabor, pero su colorido es inigualable. Se conocen tres tipos de frutos:

- *Fruta amarilla con pulpa blanca.* Presenta cáscara con espinas que deben ser removidas antes del mercadeo. Tiene forma ovoide y su cultivo es más común en Colombia.
- *Fruta roja con pulpa roja.* Tiene cáscara provista de brácteas en cantidad, color y tamaño variado. Este tipo se cultiva principalmente en Nicaragua y Guatemala.
- *Fruta roja de pulpa blanca.* Presenta cáscara con brácteas, es más conocida en México y Vietnam.

Tallos. Sus tallos son triangulares, succulentos, con costillas o trialados, las costillas más o menos onduladas y a veces cornificadas; emiten raíces y las areolas pueden tener una o varias espinas cortas cuando son jóvenes, con pelos setosos, de color verde. Son fotosintéticos y dependiendo de las condiciones climáticas pueden medir desde unos cuantos centímetros hasta más de 35 metros. Tienen capacidad para almacenar agua que utilizan en periodos cortos de sequía, por lo que deben vivir en condiciones de mediana humedad.

Raíz. Las raíces aparecen en las paredes de los tallos y en los espacios intercostales, y al llegar al suelo se comportan como raíces terrestres. Presenta raíces fibrosas y desarrolla gran número de raíces adventicias que pueden fijarse a los tutores o a las rocas, así como absorber humedad y nutrimentos.

Especies

1. Pitahaya roja (*Hylocereus ocamponis* S. D., *C. ocamponis* S. D.). Presenta tallos gruesos, flores amarillentas con ángulo convexo entre yemas, frutos dulces cubiertos de brácteas, pulpa roja vinosa, y susceptible al transporte y almacenamiento. El fruto de esta especie se encuentra en mayor proporción en el mercado.
2. Pitahaya amarilla (*Cereus triangularis* Haw; *Acanthocereus pitahaya* Jacq; *A. colombianus* B. et R., *Cereus pitahaya* D.C.). Presenta flores blancas, brácteas verdes, frutos de color blanco-amarillento a la madurez, de 12 cm de longitud y sabor más dulce que la pitahaya roja, ángulo entre yemas cóncavo, resistente al transporte y al almacenamiento. Tiene menor demanda que la pitahaya roja.
3. Pitahaya blanca (*Hylocereus undatus*). Se caracteriza por tener cáscara roja y la pulpa blanca; las flores tienen las brácteas verdes y los pétalos blancos.

Fenología

La mayoría de las áreas de producción de pitahaya son de huerto familiar, donde se reproducen a través de semilla o esquejes. La plantación empieza a producir al siguiente año. El cultivo con base en semilla pasa por un periodo improductivo de 4 a 7 años. La densidad por hectárea es de 1,000 a 1,200 plantas. Al inicio del ciclo de lluvias se plantan los tallos enraizados o enteros, puestos directamente en el campo. Las labores culturales que requiere la planta de pitahaya son: podas, fertilización y amarre de los tallos.

Las flores aparecen al inicio del periodo de lluvias, y a los 40 días se tienen frutos maduros. Castillo-Martínez (2000) menciona que la floración y fructificación de pitahaya en los Valles Centrales de Oaxaca ocurre entre mayo (inicio del periodo de lluvias) y septiembre; dentro de este lapso se registran tres periodos traslapados de floración y fructificación. Del primero al tercer periodo, este au-

tor observó que las flores tardaron 10, 21 y 31 días, respectivamente a cada uno de los periodos, desde la brotación de la yema hasta la antesis, mientras que el inicio de la maduración de los frutos ocurre a los 39, 36 a 41, y 39 a 41 días.

La cosecha, una de las actividades más importantes y delicadas, se realiza en el periodo de junio a septiembre y en ocasiones se extiende hasta principios de octubre. Los frutos se deben cosechar cuando alcanzan su madurez fisiológica, esto es, cuando adquieren una coloración amarilla o verde claro, aunque puede variar el criterio, dependiendo del tipo de mercado de destino (regional o exportación). Durante la cosecha se realizan de 4 a 5 cortes, con espaciamientos de 1 mes. Julio es el mes más importante de la cosecha, mientras que en junio y octubre se obtiene la menor producción. En el Cuadro 2 se presenta la fenología del cultivo.

Cuadro 2. Fenología del cultivo de la pitahaya

<i>Etap</i>	<i>Ene</i>	<i>Feb</i>	<i>Mar</i>	<i>Abr</i>	<i>May</i>	<i>Jun</i>	<i>Jul</i>	<i>Ago</i>	<i>Sep</i>	<i>Oct</i>	<i>Nov</i>	<i>Dic</i>
Plantación												
Floración												
Fructificación												
Cosecha	3-4 semanas después de la floración.											

Fuente: Elaboración propia con base en los trabajos de: Rodríguez (1993) y Castillo-Martínez (2000).

Sistemas de producción

Existen dos sistemas de producción: 1) con uso de tutores vivos y 2) con uso de albarradas. Entre ambos sistemas existen diferencias de manejo: en el primero los productores sólo se limitan a plantar la pitahaya y esperan que los frutos maduren, mientras que en el segundo se aplica una serie de cuidados (selección de material vegetativo, manejo de tutores, y control de malezas, plagas y enfermedades), con el propósito de obtener mayor y mejor producción.

Producción

Es difícil estimar la producción, ya que depende de la edad de la planta, del sistema de plantación y del manejo de la misma (Cuadro 3). La producción se da un año después del establecimiento de los esquejes; al inicio se producen de 3 a 4 frutos por planta, número que se va incrementando paulatinamente hasta el 5° o 6° año, estabilizándose cuando alcanzan aproximadamente 60,000 frutos/ha o 20 t/ha. La vida productiva de una planta es de 15 a 20 años, si es bien manejada (Hessen y Téllez, 1995).

Cuadro 3. Producción de pitahaya según el sistema

Sistema	Acotaciones particulares	Producción
Sistema de tutores vivos con poco manejo, 4 años de edad	30 a 36 frutos de 400g/planta	12 a 14.4 kg/planta
Sistema de plantación con densidad de 400 plantas/ha con excelente manejo	400 plantas/ha	6.5 a 8 t/ha

Fuente: Elaboración propia con base en: Rodríguez (1993).

Enfermedades

Las enfermedades más frecuentes son causadas por el hongo *Dothiorela* sp., comúnmente conocido como “ojo de pescado”, aunque hay otras enfermedades causadas por la bacteria *Erwinia carotovora*. Ambas enfermedades se pueden controlar si se eliminan los tallos enfermos (Castillo-Martínez, 2000).

La pudrición blanda de los tallos de la pitahaya es una enfermedad común en los municipios de Halachó, Santo Domingo Maxcanú, Sinanché, Kinchil y Didzantún del estado de Yucatán, que son áreas productoras de pitahaya. Esta enfermedad es causada por dos bacterias: 1) *Enterobacteria* no móvil y 2) bacteria con características de *Micrococcus* (al inocular plantas sanas en invernadero se presentó la pudrición a los 15 días). La enfermedad se presenta asociada a deficiencias de minerales (N, P, K, Ca, B, Mn, Mg, Fe y Zn), sobre todo de Ca y N (Valencia *et al.*, 2000).

Plagas

Se han identificado muchas plagas de la pitahaya, sin embargo, los insectos más perjudiciales son varias especies de chinches (Hemípteros) que se alimentan succionando los tallos, flores y frutos; es muy común que los tallos atacados por esta plaga se enfermen por incidencia de hongos o bacterias. La hormiga arriera (*Atta* sp.) también puede causar graves problemas, ya que se alimenta de los tallos jóvenes. La abeja (*Melipona* sp.), que se alimenta de los márgenes de las brácteas de las flores y frutos, causa disminución en la calidad de los frutos (Castillo-Martínez, 2000).

Valor nutritivo

La pitahaya posee un alto valor nutritivo. Es rica en calcio, fósforo, potasio y vitamina C, comparada con la manzana, plátano, naranja y piña (Argüello y Jiménez, 1997). Es una rica fuente de agua, calorías, ácido ascórbico, fósforo y carbohidratos: cada 100 g de pitahaya contienen 89.4 g de agua, 36 calorías, 25 mg de ácido ascórbico, 19 mg de fósforo y 9.2 g de carbohidratos; no obstante, es deficiente en hierro y vitamina A (Cuadro 4), pero presenta un alto contenido de sodio y potasio.

Cuadro 4. Composición nutritiva de la pitahaya y la pitaya

Elemento	Pitahaya (<i>H. undatus</i>)	Pitahaya (<i>H. guatemaltensis</i>)	Pitaya
Calorías (unid.)	36		2.73
Agua (g)	89.4		86.82
Proteínas (g)	0.5	0.159-0.22	0.96
Grasa (g)	0.1	0.21-0.61	2.73
Carbohidratos (g)	9.2		7.75
Fibra (g)	3.0	0.7-0.9	1.40
Cenizas (g)	0.5	0.54-0.68	0.34
Calcio (mg)	6.0	6.3-8.8	
Fósforo (mg)	19.0	30.2-36.1	
Hierro (mg)	-	0.55-0.65	
Tiamina (mg)	0.01	0.28-.043	
Riboflavina (mg)	0.03	0.043-0.045	
Niacina (mg)	0.02	0.297-0.430	
Ácido ascórbico (mg)	25.00	8.0-9.0	
Vitamina A (mg/100 g Vit. C)	-		8.10
Caroteno (mg)		0.005-0.012	

Fuente: Olaya (1991); Becerra (1996); Ortiz *et al.* (1994); Castilla y Cáliz (1995), citados por Argüello y Jiménez (1997).

Usos

Nuestros antepasados, en los meses de agosto y septiembre, para celebrar la cosecha preparaban un vino con jugo de pulpa de tunas y de pitahayas, que fermentaban al sol en ollas de barro. Se asegura que esta bebida, a la que llamaban “Colonche”, era excelente para curar la “tuberculosis” y otros problemas pulmonares. Con el jugo de tunas y pitahayas coloreaban otros alimentos y hacían finas tintas que usaban para escribir y pintar. Los aztecas comían, cada vez que les era posible, tunas y pitahayas, para prevenir la deshidratación y librarse de muchas enfermedades producidas por el calor (Fernández, 1535; Bravo Hollis, 1978).

Después de la conquista, el uso de los cactus se limitó a los grupos indígenas marginados. El único uso que los españoles le daban a los frutos, con un objetivo puramente económico, fue la producción masiva del colorante rojo. Para los pueblos indígenas el “nopalli” y el “nochtli” fueron alimento, sabiduría, riqueza y cultura de todo un pueblo en éxodo, que supo descifrar su salvación en un mensaje escrito en los cascajos, el viento y la arena del desierto (*Idem*).

Actualmente, el uso principal de la pitahaya es alimenticio, como fruta fresca, o preparada como bebida refrescante, puré o postres, o bien como forraje (tallos) para el ganado y algunas aves. Además, por la belleza de sus flores, la planta puede servir de ornato, en paredes, troncos, bardas, rocas, etcétera.

Alimento. El valor energético de los tallos es superior al de algunas verduras comunes (por ejemplo, zanahoria y lechuga) y el contenido de hierro en el tallo es similar al que se encuentra en las espinacas crudas (Castillo-Martínez, 2000), propiedades importantes porque puede ser consumido por el hombre, preparados en una amplia diversidad de platillos

Planta medicinal. Recientemente, a la pitahaya se le ha incluido dentro de las 264 especies de frutas consideradas en una nueva línea terapéutica denominada “frutoterapia”, que pretende dar alternativas para cambiar algunos medicamentos en el tratamiento de

enfermedades y problemas de belleza. De las cualidades por las que ha sido considerada se pueden mencionar las siguientes: la fruta contiene captina, que funciona como tónico cardíaco y estimulante nervioso, además de que combate la gastritis; la semilla posee aceite que tiene efecto laxante; el tallo y la flor curan afecciones de los riñones; de los frutos verdes y maduros se han obtenido productos químicos, los cuales tienen una aplicación farmacéutica; en Yucatán se ha encontrado que las flores preparadas en infusión, administrada en forma oral, pueden curar algunas enfermedades del corazón, y la sabia en infusión aplicada localmente sirve para desinfectar llagas y madurar ciertos tumores (Mendieta y Del Amo, 1981). La pitahaya también se usa contra el dolor de cabeza.

Colorante. Se utiliza como colorante artificial en la industria de alimentos y de cosméticos, para colorear pasteles, caramelos, etc., en el primer caso y para colorear productos y sustancias, en el segundo.

Industria. En la industria, la pitahaya se utiliza en la elaboración de jugos, mermeladas, jaleas, jarabes, frituras, champú casero (para controlar caspa). En Nicaragua se ha impulsado su uso como conservador de otros productos, por ejemplo, lácteos.

Países productores

La producción se encuentra distribuida desde las costas de Florida hasta Costa Rica, Venezuela, Panamá, Uruguay, Perú, Brasil, Ecuador, El Salvador, México, Guatemala, Nicaragua y Colombia,¹ países de los cuales los últimos tres son los principales productores a escala mundial y los que han desarrollado tecnologías modernas de cultivo, aunque en tiempos recientes se ha propiciado la extensión e intensificación del cultivo de la pitahaya bajo diferentes sistemas de plantación en Malasia, Vietnam e Israel (Ortiz *et al.*, 2000). También se tiene conocimiento de que se produce en Italia, sur de Fran-

¹ Para conocer más detalles de la producción internacional ver el trabajo de Adolfo Rodríguez Canto en este mismo libro.

cia, norte de España y China, con el nombre de “Moon Flower”, Flor de luna (Innes, 1997).

Israel cuenta con sistemas de alta tecnología para su cultivo en campo e invernadero y la producción del fruto es comercializada en el mercado israelita y en el europeo, pero Nicaragua es el principal exportador del fruto fresco a diversos países de la Unión Europea, así como de pulpa congelada a los Estados Unidos (Ortiz-Hernández *et al.*, 2000; MAG-IICA, 2001). Malasia y Vietnam abastecen a los mercados de Hong Kong y a los de otros países de oriente.

La pitahaya en México

En México, la producción de pitahaya primeramente se obtuvo de plantas silvestres; posteriormente se fueron introduciendo plantas en huertos familiares o en linderos de algunos predios (albarradas), mismas que fueron cuidadas hasta hacerlas más productivas, seleccionando el material que presentaba las características deseadas por los productores y los consumidores.

Actualmente, la pitahaya se produce en 24 de las 31 entidades federativas de México que tienen selvas caducifolias y subcaducifolias, caracterizadas como zonas subtropicales y tropicales (Aguascalientes, Campeche, Chiapas, Colima, Guanajuato, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, México, Michoacán, Morelos, Nayarit, Puebla, Oaxaca, Querétaro, Quintana Roo, San Luis Potosí, Sinaloa, los desiertos de Sonora y Baja California, Tabasco, Tamaulipas, Veracruz, Yucatán y sur de Zacatecas), que en conjunto presentan una gran diversidad de tipos de pitahaya por características de tallos, flores y frutos.

Su cultivo frecuentemente es a escala familiar, aunque la producción no es la principal fuente de ingresos de las familias. Desde los años 80 se han establecido plantaciones comerciales, por lo que se puede considerar a la pitahaya como especie productiva en transición de un estado silvestre a un cultivo comercial. El Cuadro 5

contiene los registros de superficie, producción, rendimientos, precio y valor de la producción de pitahaya para el periodo 1987-2001.

Cuadro 5. Producción agrícola de pitahaya en México

Año	Sup. Sembrada (ha)	Sup. Cosechada (ha)	Producción (t)	Rendimiento (t/ha)	Precio medio rural (\$/t)	Valor de la producción (\$)
1987	9	9	23	2.560	478.26	11,000
1988	44	40	47	1.180	1,029.81	48,401
1989	35	31	25	0.810	1,800.00	45,000
1990	35	30	25	0.830	2,500.00	62,500
1991	41	40	46	1.150	1,871.74	86,100
1992	41	38	30	0.790	2,600.00	78,000
1993	41	38	50	1.320	2,715.00	135,750
1994	38	38	75	1.970	3,250.00	243,750
1995	42	38	344	9.050	3,201.16	1,101,200
1996	113	78	714	9.150	2,082.63	1,487,000
1997	443	98	822	8.390	2,391.73	1,966,000
1998	1,118	763	2,263	2.970	3,033.10	6,863,912
1999	1,191	797	1,614	2.025	3,345.57	5,400,184
2000	1,368	957	5,052	5.278	5,417.31	27,368,799
2001	1,735	997	1,901	1.907	4,982.27	9,471,295

Fuente: SAGARPA (2002).

En 1987, oficialmente se reportó a Colima como único estado productor de pitahaya, con 9 ha cosechadas que produjeron 23 toneladas, lo que equivale a un rendimiento promedio de 2.56 t/ha. A partir de 1988, la superficie sembrada nacional aumentó, iniciándose en las actividades de este cultivo el estado de Oaxaca, que destina aproximadamente 38 hectáreas para su producción, excepto en 1996 (año en el que destina 100 hectáreas), aunque su rendimiento inicial es bajo (0.81 t/ha).

De 1988 a 1995, la superficie nacional de plantaciones de pitahaya varió entre 35 y 44 ha, mientras que la superficie cosechada fue de entre 30 y 40 ha, con producciones de 23 a 344 toneladas y rendimientos de 1 a 9 t/ha. Durante este periodo, Oaxaca fue el estado con mayor participación, sin restarle importancia a los estados de Michoacán y Yucatán. A partir de 1996, la superficie sembrada y la cosechada a escala nacional se incrementaron considerablemente hasta el año 2000, de 113 a 1,368 ha y de 78 a 957 ha respectivamente, con producciones desde 714 hasta 5,052 t de pitahaya,

siendo los estados de Yucatán y Oaxaca los principales productores, los cuales han mejorado sus técnicas de producción, llegando a alcanzar rendimientos muy elevados (hasta 10 t/ha), por lo que han logrado, junto con Michoacán, Guerrero, Quintana Roo y Puebla, incrementar la producción nacional de la pitahaya (Cuadro 6).

Cuadro 6. México. Estados productores de pitahaya, 1999-2001

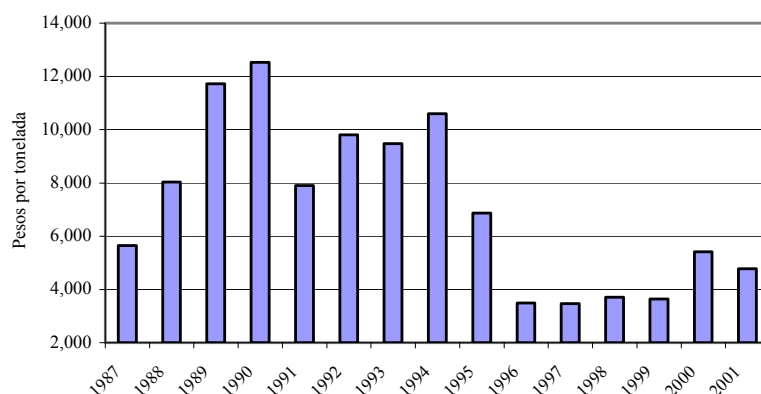
	<i>Producción (t)</i>			<i>Superficie (ha)</i>			<i>PMR (\$ por t)</i>		
	<i>1999</i>	<i>2000</i>	<i>2001</i>	<i>1999</i>	<i>2000</i>	<i>2001</i>	<i>1999</i>	<i>2000</i>	<i>2001</i>
Yucatán	50	3,858	1,161	81	235	288	5,589	5,413	4,247
Oaxaca	1,505	1,096	720	700	700	700	3,200	5,000	6,000
Puebla	24	18	18	6	6	6	4,718	12,000	12,000
Guerrero	2	2.4	1.95	3	3	3	3,346	5,417	4,982
Michoacán	13	43		5.25	6.25		6,500	6,000	
Quintana Roo	20	35	0	2	7	0	5,000	15,000	

Fuente: SAGARPA (2002).

Los precios medios rurales varían de un año a otro, pero en términos reales (Figura 1) reflejan tres fases de desarrollo: durante la fase del inicio de las plantaciones comerciales mostraron tendencia a crecer, después de 1990 se mantuvieron a un nivel relativamente alto, para después, durante la tercer fase, caer drásticamente.

Yucatán juega un papel muy importante en el impulso del cultivo de la pitahaya. De iniciar en 1995 con 4 hectáreas cultivadas (SAGAR, 1998) para el 2000 ya se reporta una producción de 3,858 toneladas y para 2001 de 1,161 t, y un incremento del rendimiento de 2.5 t/ha a 16.42 en algunos casos (SAGARPA, 2002), haciendo hincapié en que este incremento se debe al apoyo otorgado por dependencias oficiales, como la Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL) y el Fondo Nacional Empresas de Solidaridad (FONAES) del estado de Yucatán, y a la Universidad Autónoma Chapingo (UACH).

Figura 1. México. Evolución de los precios medio rurales en términos reales, 1987-2001 (pesos reales de 2000)



Precios deflactados con el Índice de Precios al Consumidor, base 2000 (BANXICO, 2003).
Fuente: SAGARPA, 2002.

Los primeros cuatro proyectos instrumentados en Yucatán se iniciaron en 1995 como parte del Programa Nacional de Reforestación, coordinado por la SEDESOL y la UACh, con un total de 50 hectáreas establecidas en Opichén, Maxcanú, Tetiz y Kinchil. Estos proyectos no tuvieron el éxito esperado, debido a la falta de información, capacitación técnica, apoyos otorgados con atraso y poca organización, entre otras causas (Ventura *et al.*, 1998).

En 1996 se pusieron en marcha cinco proyectos con otras tantas organizaciones de productores asociados al (FONAES). En 1997 se iniciaron otros ocho proyectos. En total se ejecutaron 13 proyectos de cultivo con 13 organizaciones de productores, en 10 comunidades de 9 municipios de Yucatán, que conjuntan 179 hectáreas, trabajadas por 400 productores (corresponde trabajar –en promedio– poco menos de media hectárea de pitahaya por productor) (*Idem*).

En Yucatán, por superficie ocupada con pitayas, destacan los municipios de Maxcanú, Halachó, Dzidzantún, Dzilam González, Temozón, Quintana Roo, Tahdzitú, Espita, Copoma, Buctzotz y Mé-

rida. En Campeche la pitahaya se localiza como un cultivo de traspatio en todo el estado, se siembra durante todo el año y se cosecha de junio a octubre (SAGAR, 1998).

En 1994 se llevó a cabo en Quintana Roo un proyecto integral, cuyos objetivos principales fueron: a) determinar el mejor sistema de cultivo para la región, b) identificar las principales plagas y enfermedades de la pitahaya en la zona y c) establecer un banco de germoplasma con material de la república mexicana. Se encontró que Quintana Roo se caracteriza por tener un suelo joven, con superficies pedregosas y calcáreas, en donde la pitahaya puede desarrollarse adecuadamente sin riego (Castillo-Martínez, 2000).

En el estado de Oaxaca se efectuaron las primeras acciones de investigación en 1991, con el propósito de iniciar el establecimiento de un banco de germoplasma. Además, se realizó una investigación enfocada al conocimiento del comportamiento de la producción de flores y frutos en una zona de los Valles Centrales de Oaxaca (*Ibidem*).

En Colima Don Gregorio Torres Quintero, gran educador colimense, solía mencionar las pitahayas para referirse lo mismo a la pasión que a la calma, al arrebató que a la tranquilidad, a la identidad que al goce. La pitahaya, como el guamuchil y el pozole, son símbolos de identidad colimata (Salinas, 2000).

En estado de Puebla, en el año 2002 se tuvo conocimiento del establecimiento de 14 hectáreas comerciales de pitahaya, de las cuales 5 estaban en producción y parte de ésta se destinaba para exportación (Japón), aunque no se tiene información estadística oficial.

Mercado

En México, la fruta que se obtiene de los huertos familiares generalmente, se destina al autoconsumo, sólo cuando la producción rebasa la capacidad de esa forma de consumo la fruta se vende en los mercados regionales o en las centrales de abasto; aunque para esto último es necesario la organización de los productores y el estable-

cimiento de contactos comerciales. Cabe señalar que la oferta de la pitahaya es estacional y muy reducida y su precio no varía mucho.

La producción de pitahaya del estado de Yucatán se comercializa principalmente en la Central de Abasto de Mérida y en los mercados regionales. Por lo general, la venta de la fruta se realiza en dos formas: 1) directa (del productor al consumidor final) en la ciudad o a orillas de carretera, y 2) por medio de acaparadores (personas que compran el fruta de los huertos familiares y lo revenden en la central de abasto), encareciéndose así el precio.

El producto se comercializa empacado en cajas con capacidad de hasta 10 kg o por pieza y alcanzando su máximo precio al inicio y al final de la temporada de cosecha. En la Central de Abasto de la Ciudad de México, para 1999, el kilogramo de pitahaya, al inicio (junio) y final (septiembre) de temporada (baja producción), fue de \$70.00, mientras que en el periodo de julio a agosto (mayor producción) el precio fluctuó entre \$20.00 y \$30.00 por kg (2 a 4 piezas por kg). La mayor parte de los frutos que se venden en la Central de Abasto de la Ciudad de México son traídos de Puebla e Hidalgo, aunque también de Tabasco.

México, además de cubrir el mercado nacional, es el único país que exporta este fruto al exigente mercado de Japón, y a partir de 1997 empezó a desplazar la producción de Nicaragua y Colombia en el mercado de Estado Unidos (The World Trade Atlas, 2000, citado por MAG-IICA, 2001), aunque las primeras exportaciones que realizó fueron en 1984 y 1985 a Europa, Japón y Estados Unidos, siendo las expectativas muy grandes en Europa.

Países importadores

A nivel mundial, los países europeos, Estados Unidos y Japón son los principales mercados importadores de pitahaya fresca o congelada y pulpa congelada durante todo el año. En Europa, los principales mercados de destino son Bélgica, Dinamarca, Francia, Reino Unido, Holanda, España, Suiza, Alemania y Finlandia. Tanto Esta-

dos Unidos como Europa importan la fruta en sus diferentes presentaciones durante todo el año, pero con cierta concentración en los meses de junio a agosto.

Los precios de importación varían por tipo de pitahaya y país de origen. En el Cuadro 7 precisan los precios en algunos países europeos para el mes de octubre de 2000.

Cuadro 7. Precios de importación de pitahaya en mercados europeos, 2000 (US\$ por kg)

	<i>Proveedores</i>				
	<i>Colombia</i>	<i>Israel</i>	<i>Ecuador</i>	<i>Tailandia</i>	<i>Vietnam</i>
Alemania	7.40				
Bélgica		4.67			
Dinamarca	7.82	3.47		7.35	8.53
Finlandia		5.52			
Francia	8.01	6.01			
Holanda		5.38			
Reino Unido			2.80 a 9.42		
Suecia	5.26	3.32			

Fuente: ITC, 2000.

Por el hecho de que la pitahaya no tiene fracción arancelaria propia, sino está agrupada de manera conjunta con el maracuyá y carambolo (08109040), es imposible conocer las cantidades que los países importadores están demandando.

Considerando que Colombia es actualmente el principal país exportador de pitahaya, los datos reportados con respecto a sus exportaciones permiten tener una idea de los volúmenes exportados. Colombia exportó en 2001 en total 31 toneladas, mientras que Ecuador exportó sólo una tonelada a Holanda, que es la puerta de entrada al mercado europeo y un fuerte reexportador al resto de Europa. El volumen reportado permite concluir que prácticamente no existe comercio internacional de esta fruta (Ortiz *et al.*, 2002).

Características para la exportación

Las características del fruto para exportación son: longitud mínima de 8 cm, diámetro de 5 cm y peso de 200 a 250 g.

El comercio internacional requiere que la fruta presente una madurez media uniforme, estar limpia (no debe excederse en humedad, magulladuras, pudriciones, residuos de plaguicidas u otras sustancias), además de que debe empacarse en recipientes adecuados (cajas de 3 kg, de una sola capa y envolverse en papel seda o similar), de tal manera que no se dañe el fruto, el cual, para que se conserve es necesario que se refrigere manteniendo una temperatura de 10 °C. (Ver el anexo de normas del Codex Alimentarius para pitahayas).

Limitantes para la exportación

Los sabores y aromas de frutas tropicales, como el maracuyá y la pitahaya, son muy apreciados en los mercados internacionales. Sin embargo, el problema radica en que en muchas ocasiones estas frutas no llegan a su destino en buenas condiciones. Al respecto, Centurión-Yah *et al.* (2000) reportan que durante el almacenamiento de frutos de plantas de año y medio de edad, a temperatura ambiente de 26 ± 2 °C, se determinó pérdida de peso, firmeza de la pulpa, pH, sólidos solubles, acidez, vitamina C, azúcares reductores y de la aceptación general, por lo que sugieren que las pitahayas se cosechen cuando presenten su epidermis pinta de rosado, ya que con este grado de madurez pueden mantenerse en el mercado entre seis y ocho días con buena calidad y apariencia, a una temperatura ambiente de 26 ± 2 °C.

Por su parte, la Sección de Alimentos de la Facultad de Ingeniería, de la Universidad del Valle de Colombia, en asociación con ingenieros franceses, está desarrollando cuatro programas: 1) Tecnología enzimática, donde se agregan enzimas a la fruta para remover sus moléculas y facilitar la extracción de jugo y el proceso de pelado; a escala mundial, 40 % de los jugos transformados se obtienen a

través de esta tecnología; 2) Tratamientos por membranas, microfiltración tangencial y evaporación osmótica (el 74 % de los jugos procesados son hechos a base de concentrados); 3) Deshidratación osmótica, o sea, cristalización de frutas a través de baños de solución de azúcar, el agua de la fruta sale y es reemplazada por el azúcar, y 4) Fritura, este programa consiste en sumergir la fruta cortada en trozos delgados en un baño de grasa o aceite al vacío a temperatura de entre 120 y 130 °C, de lo que resulta una hojuela. Este proceso se ha logrado con gran éxito en los casos del mango, piña, banana y pitahaya. Los resultados de estas investigaciones muestran grandes ventajas para el futuro de las frutas tropicales en el mercado mundial. También existe el tratamiento de inmersión, el cual permite que las frutas lleguen a su destino en forma de puré (VIFINEX, 1999).

Otra limitante importante es la deficiente información existente, debido a que hay pocos trabajos de investigación realizados, sobre todo en el aspecto nutricional.

Consideraciones finales

Las superficies sembrada y cosechada de pitahaya en México se han incrementado considerablemente; el fruto es altamente apreciado en el mercado internacional, y es una fuente de ingresos y de empleo; sin embargo, existen lugares en el país en los que la pitaya no es conocida. Su cultivo lo encontramos en la mayoría de los casos en huertos familiares, el hábito de consumo es reducido, existen pocos trabajos de investigación, es un fruto perecedero y las vías de transporte son inadecuadas para su distribución comercial; no obstante, la pitahaya puede constituir una alternativa productiva, si bien requiere todo el apoyo para explotar el mercado nacional e incentivar aún más el hábito de consumo.

Por otro lado, la demanda creciente de la pitahaya ha propiciado una rápida erosión genética, ya que se recolecta material silvestre en forma desmedida y, por lo tanto, también se requiere encontrar un apropiado 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.

A la pitahaya se le considera como una fruta exótica de cuarta generación, ya que su cultivo y consumo ha quedado a un nivel muy limitado, si bien recientemente ha alcanzado cierta importancia comercial en México.

Literatura citada

- Argüello P., E. y V.A. Jiménez A. 1997. Periodos prolongados de sequía en pitahaya (*Hylocereus undatus* Haworth). Tesis profesional, Departamento de Fitotecnia. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México.
- Bravo-Hollis, H. 1978. *Las cactáceas de México*. 2da. edición, Vol. I. Universidad Nacional Autónoma de México. Distrito Federal México.
- Britton N., L. y J.N. Rose. 1937. *The Cactacea*. Vol. I y II. New York, USA.
- Cáliz de Dios, H. 2000. "Cultivo de pitahaya (*Hylocereus* spp.) sobre tutores vivos". *Resúmenes del Simposio Internacional sobre el Cultivo y Aprovechamiento de la Pitaya (Stenocereus) y la Pitahaya (Hylocereus y Selenicereus)*, Guadalajara, Jalisco, México.
- Castillo-Martínez, R. 2000. "Aportaciones al conocimiento y aprovechamiento de *Hylocereus*". *Resúmenes del Simposio Internacional sobre el Cultivo y Aprovechamiento de la Pitaya (Stenocereus) y la pitahaya (Hylocereus y Selenicereus)*, Guadalajara, Jalisco, México.
- Centro de Estadística Agropecuaria. 1980-2000. *Anuario Estadístico*. SAGAR. Distrito Federal, México.
- Centurión-Yah, A.; M. Pérez V.; S. Solís P.; S. Mercado S.; R. Báez S.; C. Saucedo, y E. Sauri. 2000. Cambios asociados a las últimas etapas de desarrollo y maduración de la pitahaya (*Hylo-*

- cereus undatus*)”. *Resúmenes del Simposio Internacional sobre el Cultivo y Aprovechamiento de la Pitaya (Stenocereus) y la pitahaya (Hylocereus y Selenicereus)*, Guadalajara, Jalisco, México.
- Cosmo. 1997. Quality mexican fruits. *Boletín informativo*. Cosmo, S.A.
- Cruz H., P. 1994. “Situación actual de la pitahaya (*Hylocereus undatus*) en México”. *Memoria del Primer Encuentro Nacional del Cultivo de la Pitahaya*. San Marcos, Nicaragua.
- Fernández de O., G. 1535. *Historia general y natural de las Indias. Historia y usos*. De Clara Inés, Gpo. Edit. Norma.
- Founqué, A. 1972. “Espèces fruitières d’amérique tropicale”. *Fruits* 27: 200-218.
- Hessen A., A. y A. Téllez A. 1995. “¡La pitahaya se abre paso!” *Agricultura de las Américas*, 44(2). Ed. BPA international. Great Neck, Nueva York. EE.UU.
- Innes, C. 1977. *The complete handbook of cacti and succulents. A comprehensive guide to cacti and succulentes in their habitat*. Ward Lock Limited. London, U.K.
- ITC. 2000. *European fruits and vegetables report*.
- Jorge L., I. y V. Ferro de O. 1989. “Aspectos anatómicos e fitoquímicos de *Hylocereus undatus* (Haworth) Briton & Rose”. *Rev. Farm. Bioquím.* Universidad de Sao Paulo. Brasil.
- MAG-IICA. 2001. *Identificación de mercados y tecnología para productos agrícolas tradiciones de exportación*. Convenio MAG-IICA, Subprograma de Cooperación Técnica. Quito, Ecuador.
- Martínez, G. 1998. “Tipos de pitahaya en Puebla y Oaxaca”. *Memorias del Segundo Simposium Nacional del Cultivo del Pitayo*. Techaluta de Montenegro, Jalisco, México.
- Mata E., J.H. 1997. Incorporación de nutrimentos en pitahaya (*Hylocereus undatus* Hawort) a través del tallo. Tesis profesional.

- Departamento de Fitotecnia. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México.
- Mendieta R., M. y S. Del Amo R. 1981. *Catálogo de las plantas medicinales del estado de Yucatán*. Instituto Nacional de Investigadores sobre Recursos Bióticos. Ed. CECSA. Xalapa, Veracruz, México.
- Morton J., F. 1987. "Strawberry pear". In: *Fruits of warm climates*. Creative Resources Systems. Inc. Miami, Fl. USA.
- Ortíz H., Y.; M. Livera M. y J. Tirado. 1994. "El cultivo de la pitahaya (*Hylocereus undatus*) y sus perspectivas en México". *Memorias de la Primera Reunión Internacional y Segunda Reunión Nacional de Frutales Nativos e Introducidos*. Colegio de Postgraduados. Montecillo, México.
- Ortíz H., Y., M. Livera M. y G. Alcántara G. 2000. "Hacia el conocimiento y conservación de la pitahaya (*Hylocereus* spp.)". *Resúmenes del Simposio Internacional sobre el Cultivo y Aprovechamiento de la Pitaya (Stenocereus) y la pitahaya (Hylocereus y Selenicereus)*, Guadalajara, Jal. México.
- Ortiz, X., X. Acevedo y H. Martínez. (2002). *Características y estructura de los frutales de exportación en Colombia. Documento de trabajo*. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, <http://www.agrocadenas.gov.co>
- Ramírez M., F.J. 1995. Respuesta de la Pitahaya (*Hylocereus undatus* Hawort) a la aspersión de fertilización foliar. Tesis profesional. Departamento de Fitotecnia. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México.
- Reyes R., N. de la P. 1995. *El cultivo de las pitahayas y sus perspectivas de desarrollo en México*. Gobierno del estado de Tabasco. Villahermosa, Tabasco, México.
- Rodríguez C., A. (coordinador). 1993. Producción de Pitahaya en el estado de Yucatán. *Reporte del Curso Agricultura Regional II*. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México.

- Rodríguez C., A. 1997. *Guía técnica para la producción de plantas de pitahaya en viveros*. Secretaría de Desarrollo Social-FONAES y Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México.
- Rodríguez C., A. 2000. *Pitahayas. Estado mundial de su cultivo y comercialización*, Fundación Yucatán PRODUCE, A.C. y Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México.
- SAGAR-Alianza para el Campo. 1998. *Pitahaya (Hylocereus undatus H.), frutos del mundo maya*. Sociedad de Producción Rural de R.L., Boletín informativo SAGAR. México.
- SAGARPA-SIACON. 2002. Base de datos estadísticos. México.
- Salinas A., S. 2000. *La jugosa historia de las frutas*. Ed. Clío. Distrito Federal, México.
- Schwentesius R., R. y M.Á. Gómez C. 1999. *Perspectivas de la comercialización y exportación de frutas exóticas mexicanas en los mercados internacionales*. CIESTAAM, Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México.
- Valencia, B.A.; M.L. Rodríguez M. y A.J. Rodríguez C. 2000. “Etiología y manejo de la pudrición blanda de los tallos de pitahaya (*Hylocereus* spp.)”. *Resúmenes del Simposio internacional sobre el cultivo y aprovechamiento de la pitaya (Stenocereus) y la pitahaya (Hylocereus y Selenicereus)*. Guadalajara, Jalisco, México.
- Ventura A., E.; I. Rojas G.; E. Rocha O.; J. Pérez y E. López B. 1998. *El cultivo de la pitahaya*. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México.
- VIFINEX. 1999. Manual Técnico – Fitosanidad en pitahaya. Nicaragua, noviembre, [http://www.oirsa.org.sv/Publicaciones/VIFINEX/Di 051001/ Fitosanidad_Pitahaya.htm](http://www.oirsa.org.sv/Publicaciones/VIFINEX/Di%20051001/Fitosanidad_Pitahaya.htm)

MA. DEL REFUGIO MERÁZ, MANUEL A. GÓMEZ Y RITA SCHWENTESIUS

PITAHAYA DE MÉXICO – CONTEXTO INTERNACIONAL



Pitahaya silvestre, norte de Veracruz, México.



Venta de pitahaya en la calle. Papantla, Ver., México.

comisión del codex alimentarius



ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES
UNIDAS PARA LA AGRICULTURA
Y LA ALIMENTACIÓN

ORGANIZACIÓN
MUNDIAL
DE LA SALUD



OFICINA CONSULTA: Viale delle Terme di Caracalla 00100 ROMA Tel: 39 06 57051 www.codexalimentarius.net Email: codex@fao.org Facsimile: 39 06 57054593

Tema 3(b) del programa

CX/FFV 02/6
Febrero 2002

PROGRAMA CONJUNTO FAO/OMS SOBRE NORMAS ALIMENTARIAS COMITÉ DEL CODEX SOBRE FRUTAS Y HORTALIZAS FRESCAS

10ª reunión,
Ciudad de México, México, 10-14 de junio de 2002

PROYECTO DE NORMA DEL CODEX PARA LAS PITAHAYAS

Se invita a los gobiernos y organismos internacionales interesados que deseen formular observaciones sobre el **Proyecto de Norma del Codex para las Pitahayas (en el Trámite 6)** (véase ALINORM 01/35, párrs. 24-25) a enviarlas **para el 15 de abril de 2002** al Sr. Miguel Aguilar Romo, Director General de Normas, Avenida Puente de Tecamachalco 6, segundo piso, Lomas de Tecamachalco Sección Fuentes, C.P. 53950 Naucalpan de Juárez, Estado de México, Tel: (52) (5) 7 29 93 00, Ext. 4144, 4108 Directo: (52) (5) 7299480. Fax: (52) (5) 7299484. Correo electrónico: codexmex@economia.gob.mx, con copia a la Secretaría de la Comisión del Codex Alimentarius, Programa Conjunto FAO/OMS sobre Normas Alimentarias, FAO Via delle Terme di Caracalla, 00100, Roma, Italia (Fax: N° 39.06.5705.4593 o correo electrónico codex@fao.org).

ANTECEDENTES

1. El Comité del Codex sobre Frutas y Hortalizas Frescas en su séptima reunión (Ciudad de México, México, 8-12 de septiembre de 1997) aceptó el ofrecimiento de Colombia de preparar un *Ante-proyecto de Norma del Codex para la Pitahaya Amarilla*.² El Comité Ejecutivo de la Comisión del Codex Alimentarius en su 45ª

² ALINORM 99/35, párr. 87.

reunión (Roma, Italia, 3-5 de junio de 1998) aprobó la propuesta de elaborar una Norma como nueva labor, en el entendimiento de que proporcionara información sobre producción y comercio.³ El Anteproyecto de Norma fue distribuido posteriormente para recabar observaciones en el Trámite 3 y para su examen en la siguiente reunión del Comité.

2. El Comité del Codex sobre Frutas y Hortalizas Frescas, en su octava reunión (Ciudad de México, México, 1-5 de marzo de 1999) remitió a la Comisión del Codex Alimentarius en su 23º periodo de sesiones, *el Anteproyecto de Norma del Codex para la Pitahaya Amarilla*, para su aprobación en el Trámite 5/8⁴. No obstante, la Comisión aprobó el texto sólo en el Trámite 5, adelantándolo al Trámite 6. Se señaló que se necesitaría tiempo para examinar todos los aspectos de la norma, ya que este producto era relativamente nuevo en países de zonas templadas. Por ello, era preferible seguir todos los trámites del procedimiento y examinarlo posteriormente en la siguiente reunión del Comité.⁵

3. El Comité del Codex sobre Frutas y Hortalizas Frescas, en su novena reunión (Ciudad de México, México, 9-13 de octubre de 2000), al examinar el *Proyecto de Norma del Codex para la Pitahaya Amarilla*, convino en retener el Proyecto de Norma en el Trámite 6 para su distribución, formulación de observaciones y nuevo examen en la siguiente reunión del Comité. Entretanto, un grupo de redacción dirigido por Colombia con la asistencia de Francia y México redactaría el Proyecto de Norma para abarcar otras variedades de pitahayas comercializadas internacionalmente, teniendo en cuenta las observaciones presentadas por escrito en esa reunión.⁶

³ ALINORM 99/3, párr. 26 y Apéndice 3.

⁴ ALINORM 99/35A, párr. 155 y Apéndice VI.

⁵ ALINORM 99/37, párr. 162.

⁶ ALINORM 01/35, paras. 24-25.

4. La versión revisada del Anteproyecto se adjunta a este documento como Apéndice I. Las observaciones del Grupo de Redacción en relación con la versión revisada del Proyecto, figuran en el Apéndice II.

5. Se invita a los gobiernos y los organismos internacionales a que formulen observaciones en el Trámite 6 sobre el **Proyecto de Norma del Codex para las Pitahayas**, según se ha indicado anteriormente.

APÉNDICE I

PROYECTO DE NORMA DEL CODEX PARA LAS PITAHAYAS (En el Trámite 6)

1. DEFINICIÓN DEL PRODUCTO

Esta Norma se aplica a las variedades comerciales de pitahayas obtenidas de los géneros *Selenicereus* e *Hylacereus*, de la familia de las *Cactaceae*, que habrán de suministrarse frescas al consumidor, después de su acondicionamiento y envasado. Se excluyen las pitahayas destinadas a la elaboración industrial.⁷

2. DISPOSICIONES RELATIVAS A LA CALIDAD

2.1 REQUISITOS MÍNIMOS

En todas las categorías, de conformidad con las disposiciones especiales para cada categoría y las tolerancias permitidas, las pitahayas deberán:

⁷ Los gobiernos, al indicar su aceptación de la Norma del Codex para las Pitahayas, deberán notificar a la Comisión cuáles disposiciones de la Norma serán aceptadas para aplicarlas en el punto de importación y cuáles para aplicarlas en el punto de exportación.

- estar enteras;
- estar libres de rajaduras en la corteza;
- ser de consistencia firme;
- tener un aspecto fresco;
- estar sanas, deberán excluirse los productos afectados por podredumbre o deterioro que haga que no sean aptas para el consumo;
- estar limpias y exentas de cualquier materia extraña visible;
- estar sin espinas;
- estar exentas de humedad externa anormal, salvo la condensación consiguiente a su remoción de una cámara frigorífica;
- estar exentas de cualquier olor y/o sabor extraños;⁸
- estar dotadas de un pedúnculo o tallo con una longitud comprendida entre los 15 y 25 mm;
- estar prácticamente exentas de plagas que afecten al aspecto general del producto;
- estar prácticamente exentas de daños causados por plagas.

El contenido mínimo de pulpa deberá ser del 31 %.

2.1.1. Las pitahayas deberán haberse recolectado cuidadosamente y haber alcanzado un grado apropiado de desarrollo y madurez,⁹ teniendo en cuenta las características de la variedad y/o tipo comercial y la zona en que se producen.

El desarrollo y condición de las pitahayas deberán ser tales que les permitan:

- soportar el transporte y la manipulación, y
- llegar en estado satisfactorio al lugar de destino.

⁸ Esta disposición admite el olor causado por los conservantes utilizados de conformidad con el reglamento correspondiente.

⁹ La madurez de las pitahayas amarillas puede medirse visualmente a partir de su coloración externa y confirmada al examinar el contenido de pulpa, así como por medio de la prueba de yodo.

2.2. CLASIFICACIÓN

Las pitahayas se clasifican en tres categorías, según se definen a continuación:

2.2.1. Categoría “Extra”. Las pitahayas de esta categoría deberán ser de calidad superior y características de la variedad y/o tipo comercial. No deberán tener defectos, salvo defectos superficiales muy leves, siempre y cuando no afecten al aspecto general del producto, su calidad, estado de conservación y presentación en el envase.

2.2.2. Categoría I. Las pitahayas de esta categoría deberán ser de buena calidad y características de la variedad y/o tipo comercial. Podrán permitirse, sin embargo, los siguientes defectos leves, siempre y cuando no afecten al aspecto general del producto, su calidad, estado de conservación y presentación en el envase:

- defectos leves de forma;
- defectos leves en la corteza que no excedan de 1 cm² de la superficie total del fruto.

En ningún caso los defectos deberán afectar a la pulpa del fruto.

2.2.3. Categoría II. Esta categoría comprende las pitahayas que no pueden clasificarse en las categorías superiores, pero satisfacen los requisitos mínimos especificados en la Sección 2.1. Podrán permitirse los siguientes defectos, siempre y cuando las pitahayas conserven sus características esenciales en lo que respecta a su calidad, estado de conservación y presentación:

- defectos de forma;
- defectos en la corteza que no excedan de 2 cm² de la superficie total del fruto.

En ningún caso los defectos deberán afectar a la pulpa del fruto.

3. DISPOSICIONES SOBRE LA CLASIFICACIÓN POR CALIBRES

El calibre se determina en base al peso del fruto, de acuerdo con a las siguientes tablas:

3.1. CALIBRES DE LAS PITAHAYAS AMARILLAS

Código de calibre	Peso por unidad (en gramos)
8 E	≥361
9 D	360 a 261
12 C	260 a 201
14 B	200 a 151
16 A	150 a 110

3.2. CALIBRES DE LAS PITAHAYAS ROJAS Y BLANCAS

Código de calibre	Peso por unidad (en gramos)
I	≥701
H	700 a 601
G	600 a 501
F	500 a 401
E	400 a 301
D	300 a 251
C	250 a 201
B	200 a 151
A	150 a 110

4. DISPOSICIONES SOBRE TOLERANCIAS

En cada envase se permitirán tolerancias de calidad y calibre para los productos que no satisfagan los requisitos de la categoría indicada.

4.1. TOLERANCIAS DE CALIDAD

4.1.1. Categoría “Extra”. El 5 %, en número o en peso, de las pitahayas que no satisfagan los requisitos de esta categoría, pero satisfagan los de la Categoría I o, excepcionalmente, que no superen las tolerancias establecidas para esta última.

4.1.2 Categoría I. El 10 %, en número o en peso, de las pitahayas que no satisfagan los requisitos de esta categoría, pero sí los de la Categoría II o, excepcionalmente, que no superen las tolerancias establecidas para esta última.

4.1.3 Categoría II. El 10 %, en número o en peso, de las pitahayas que no satisfagan los requisitos de esta categoría ni los requisitos mínimos, con excepción de los productos afectados por podredumbre o cualquier otro tipo de deterioro que haga que no sean aptos para el consumo.

4.2. TOLERANCIAS DE CALIBRE

Para todas las categorías, el 10 % en número o en peso de las pitahayas que correspondan al calibre inmediatamente superior y/o inferior al indicado en el envase.

5. DISPOSICIONES SOBRE LA PRESENTACIÓN

5.1. HOMOGENEIDAD

El contenido de cada envase deberá ser homogéneo y estar constituido únicamente por pitahayas del mismo origen, variedad y/o tipo comercial, calidad, color y calibre. La parte visible del contenido del envase deberá ser representativa de todo el contenido.

5.2. ENVASADO

Las pitahayas deberán envasarse de tal manera que el producto quede debidamente protegido. Los materiales utilizados en el interior del envase deberán ser nuevos,¹⁰ estar limpios y ser de calidad tal que evite cualquier daño externo o interno al producto. Se permite el uso de materiales, en particular papel o sellos con indicaciones comerciales, siempre y cuando estén impresos o etiquetados con tinta o pegamento no tóxico.

¹⁰ Para los fines de esta Norma, esto incluye el material recuperado de calidad alimentaria.

Las pitahayas deberán disponerse en envases que se ajusten al Código Internacional de Prácticas Recomendado para el Envasado y Transporte de Frutas y Hortalizas Tropicales Frescas (CAC/RCP 44-1995).

5.2.1. Descripción de los Envases. Los envases deberán satisfacer las características de calidad, higiene, ventilación y resistencia necesarias para asegurar una manipulación, transporte y conservación apropiados de las pitahayas. Los envases deberán estar exentos de cualquier materia u olor extraños.

6. MARCADO O ETIQUETADO

6.1. ENVASES DESTINADOS AL CONSUMIDOR

Además de los requisitos especificados en la Norma General del Codex para el Etiquetado de los Alimentos Preenvasados (CODEX STAN 1-1985, Rev. 1-1991), se aplicarán las siguientes disposiciones específicas:

6.1.1. Naturaleza del Producto. Si el producto no es visible desde el exterior, cada envase deberá etiquetarse con el nombre del producto y, facultativamente, con el de la variedad y/o tipo comercial.

6.2. ENVASES NO DESTINADOS A LA VENTA AL POR MENOR

Cada envase deberá llevar las siguientes indicaciones en letras agrupadas en el mismo lado, marcadas de forma legible e indeleble y visibles desde el exterior, o bien en los documentos que acompañan al embarque.¹¹

¹¹ Los gobiernos, al indicar su aceptación de esta Norma, deberán notificar a la Comisión cuáles disposiciones de esta Sección se aplicarán.

6.2.1. Identificación. Nombre y dirección del Exportador, Envasador y/o Expedidor. Código de identificación (facultativo).¹²

6.2.2. Naturaleza del Producto. Nombre del producto si el contenido no es visible desde el exterior. Tipo comercial definido por el color de la pulpa (amarilla, roja o blanca).

6.2.3. Origen del Producto. País de origen y, facultativamente, nombre del lugar, distrito o región de producción.

6.2.4. Identificación Comercial

- Categoría;
- Calibre (código de calibre o peso máximo en gramos);
- Número de unidades (facultativo);
- Peso neto (facultativo).

6.2.5. Marca de Inspección Oficial (facultativo).

7. CONTAMINANTES

7.1. METALES PESADOS

Las pitahayas deberán ajustarse a los niveles máximos para metales pesados establecidos por la Comisión del Codex Alimentarius para este producto.

7.2. RESIDUOS DE PLAGUICIDAS

Las pitahayas deberán ajustarse a los límites máximos para residuos establecidos por la Comisión del Codex Alimentarius para este producto.

8. HIGIENE

8.1. *Se recomienda* que los productos regulados por las disposiciones de la presente norma se preparen y manipulen de conformi-

¹² La legislación nacional de algunos países requiere una declaración expresa del nombre y la dirección. Sin embargo, en caso de que se utilice una marca en clave, habrá de consignarse muy cerca de ella la referencia al “envasador y/o expedidor (o a las siglas correspondientes) ”.

dad con las secciones apropiadas del Código Internacional Recomendado de Prácticas –Principios Generales de Higiene de los Alimentos (CAC/RCP 1-1969, Rev. 3-1997), y otros textos del Codex pertinentes, como los Códigos de Prácticas y Códigos de Prácticas de Higiene.

8.2. *Los productos deberán cumplir* los requisitos microbiológicos establecidos de acuerdo con los Principios para el Establecimiento y la Aplicación de Criterios Microbiológicos a los Alimentos (CAC/GL 21-1997).

3362/S
APÉNDICE II

OBSERVACIONES GENERALES AL PROYECTO DE NORMA REVISADO DEL CODEX PARA LAS PITAHAYAS

El Grupo de Redacción revisó el Proyecto de Norma para la Pitahaya Amarilla teniendo en cuenta las observaciones presentadas en la novena reunión del Comité del Codex sobre Frutas y Hortalizas Frescas,¹³ enmendándolo en consecuencia:

OBSERVACIONES GENERALES

1. Atendiendo la recomendación del Comité del Codex sobre Frutas y Hortalizas Frescas, en su novena reunión, de ampliar el ámbito de aplicación del Proyecto de Norma para abarcar otras variedades de pitahayas comercializadas internacionalmente el Grupo de Redacción convino en hacer referencia a las “pitahayas” en lugar de las “pitahayas amarillas” a lo largo del texto para cubrir otras variedades de pitahayas comercializadas internacionalmente.

¹³ CX/FVV 00/6 - Observaciones presentadas por Cuba, Francia, Alemania y España.

OBSERVACIONES ESPECÍFICAS

Sección 1 - Definición del producto

2. Habida cuenta de la decisión antes mencionada, se acordó referirse en general a “los géneros *Selenicereus* e *hylocereus*”.

Sección 2.1 - Requisitos mínimos

3. El Grupo de Redacción acordó introducir las enmiendas siguientes en la sección 2.1:

- (a) Añadir un nuevo requisito, a saber, “*exentas de gastos en la piel*” orden “*libre de rajaduras en la corteza*”, ya que ésta era una característica que podría producirse en las pitahayas y que era necesario comprobar.
- (b) Se dio una nueva formulación [sic] al requisito “limpias y prácticamente exentas de cualquier materia extraña visible, sobre todo en el extremo abierto” para que dijera “*limpias y exentas*” de cualquier materia extraña visible” ya que el aspecto limpio era un requisito aplicable a todo el fruto.
- (c) El requisito “exentas de humedad externa anormal derivada de una manipulación inadecuada durante el proceso posterior a la cosecha” se ajustó al lenguaje normalizado utilizado en las normas del Codex para frutas y hortalizas frescas.

4. En la sección 2.1.1, se añadió una referencia a “tipo comercial” por razones de coherencia con todo el texto.

Sección 2.2 - Categoría 1

5. En el primer inciso, se suprimió la referencia al alargamiento del ápice se suprimió [sic], ya que éste no era el único tipo de defecto de forma.

6. En el segundo inciso, el término “cicatriz” fue sustituido por “defectos ligeros de la piel” por coherencia con otras normas del Codex para frutas y hortalizas frescas. En consecuencia, se enmendó la disposición correspondiente en la sección 2.2.3 - Categoría II.

Sección 3 - Disposiciones sobre la clasificación por calibres

7. Se suprimió la referencia al peso mínimo de la declaración introductoria, puesto que ya se había hecho referencia a la clasificación por calibres de las pitahayas amarillas y se introdujo una nueva clasificación por calibres para las pitahayas rojas/blancas. Se señaló que era necesario dividir los calibres en dos escalas, dependiendo de la variedad de pitahayas, puesto que el productor necesitaba garantizar diferentes escalas de calibres. Estos valores se basaban en la experiencia de comercialización sobre estas frutas y eran los calibres de producción más representativos.

Sección 6.2.2. - Naturaleza del producto

8. Se añadió una nueva oración “Tipo comercial definido por el color de la pulpa (amarilla, roja o blanca)” ya que era necesario identificar el tipo de pitahaya contenida en el envase teniendo en cuenta que la norma regulaba tres tipos comerciales.

Anexo

9. Se suprimió el Anexo, puesto que no era aplicable a todos los tipos comerciales de pitahayas regulados por el Proyecto de Norma.

ESPAÑA

Se efectúa la siguiente observación a la versión en español:

A la sección 2.1. Requisitos mínimos

En el segundo guión, donde dice “-estar libres de rajaduras en la corteza;”, debe decir: “-estar libres de raspaduras en la corteza;”.

Joel Corrales García

CARACTERIZACIÓN, POSCOSECHA, APROVECHAMIENTO E INDUSTRIALIZACIÓN DE PITAYAS Y PITAHAYAS

Introducción

Muchas frutas de la familia de las cactáceas son comestibles. Las especies cactáceas de mayor importancia económica (por sus frutas) pertenecen a los géneros *Opuntia*, *Stenocereus*, *Hylocereus*, (Bravo-Hollis, 1991) y *Selenicereus* (Rodríguez, 2000). Los géneros de *Stenocereus*, *Hylocereus*, y *Selenicereus* incluyen especies que producen frutas denominadas comúnmente “pitayas” o “pitahayas”, nombres genéricos para frutas cactáceas jugosas y dulces con delicado sabor y pequeñas semillas, y “xoconostles” cuando son agrias (Bravo-Hollis, 1978). Sin embargo, estas últimas pueden ser confundidas con la “tuna ácida” una especie de *Opuntia* también llamada xoconostle (Cruz, 1985).

Para referir y reconocer frutas de diferentes géneros, de acuerdo con Ortiz (1999), llamaremos “pitayas” a las frutas de *Stenocereus* y “pitahayas” o “pitajayas” a las frutas de *Hylocereus* o *Selenicereus* (Rodríguez, 2000). A las pitayas también se les conoce como cactáceas columnares y a las pitahayas como cactáceas de enredadera, aludiendo a su hábito trepador (Nerd *et al.*, 2002). Las frutas de ambos tipos son altamente valoradas y consumidas, principalmente en fresco. Sin embargo, también son altamente perecederas y su vida de anaquel es corta. Además, conforme se van reconociendo por su sabor y valor nutritivo, va aumentando el interés en expandir sus posibilidades de aprovechamiento.

Se sabe que su transformación en productos de calidad, con mayor vida de almacenamiento puede incrementar su valor comercial. Desafortunadamente, el conocimiento y la investigación en fisiología y tecnología poscosecha, así como sobre el procesamiento y transformación industrial de estas frutas han sido muy escasos, y muy poca información documental en estos temas está disponible.

En el siguiente capítulo se da un resumen de las características generales y atributos de calidad, fisiología y manejo poscosecha, usos, y algunas de las técnicas más viables de procesamiento de pitayas y pitahayas. Sin embargo, dado que estas frutas son completamente diferentes entre sí, en este trabajo se consideran por separado.

Pitayas

Características generales

Las pitayas (*Stenocereus* sp.) son frutas exóticas de la familia de las cactáceas nativas de los trópicos secos de México (Benson, 1982; Bravo-Hollis, 1978; Sánchez-Mejorada, 1984). Muchas de estas frutas son cosechadas de plantas silvestres o de selecciones de *S. griseus*, *S. stellatus*, y *S. pruinosus* cultivadas principalmente en los estados de Puebla y Oaxaca (Cruz, 1984; Llamas-Llamas, 1984, Piña-Luján, 1977) o de *S. queretaroensis*, cultivadas en los estados de Jalisco, Michoacán, Guanajuato y Querétaro, entre otros (Sánchez-Mejorada, 1984). Dentro de las pitayas también está incluido el género *Cereus*. La especie *Cereus peruvianus* es considerada como otra cactácea columnar (Nerd *et al.*, 2002); este frutal es de reciente domesticación, de origen posiblemente brasileño y actualmente ya se cultiva con cierto éxito en Israel, donde se le denomina comercialmente “Koubu” (Mizrahi y Nerd, 1999).

Los frutos de *S. griseus* son bayas poliespermáticas, cuyo aspecto es generalmente globoso, con un delgado pericarpio que es liso, pues así queda después de que los manojos de espinas caen de las areolas durante la maduración (Bravo-Hollis, 1978). Los frutos, redondos u ovalados, varían en peso desde 100 hasta 400 g en algunas especies.

La pigmentación interna y externa de las frutas puede variar de tonalidades blancas a rojas en la pulpa y de tonalidades amarillas a rojas en la cáscara, con una considerable variación de la morfología y pigmentación de las espinas. Estas pitayas han sido estudiadas principalmente desde una perspectiva etnobotánica y taxonómica

(Benson, 1982; Nabhan, 1985; Sánchez-Mejorada, 1984), aunque también han sido tema de algunas investigaciones hortícolas (Cruz, 1984; 1985; 1997; 1998; Llamas-Llamas, 1984; Tapia, 1984).

En algunas especies de *Stenocereus*, al crecer la fruta, el porcentaje de su gruesa cáscara decrece, mientras que el de la pulpa se incrementa (Cruz, 1985; Ojeda y Barrera, 1988). Cuando el fruto madura, la cáscara representa el 22 % del peso total; generalmente, frutos con baja proporción de cáscara tienen alto porcentaje de jugo y bajo porcentaje de semillas (Cruz, 1985). También se ha observado que en la parte final del proceso de maduración se incrementan tanto el contenido de sólidos solubles totales (SST) como el pH (Cruz, 1985; Del Toro y Castellón, 1986; Ojeda y Barrera, 1988). En un estudio, Cruz (1985) observó que los frutos de *S. stellatus* mostraron a lo largo de su desarrollo, desde la floración hasta el final del proceso de maduración, un incremento en su pH, de 3.5 a 4.5, sin embargo, los frutos maduros de *S. griseus* llegan a alcanzar un pH de 5.2 (Piña-Luján, 1977).

Los frutos que alcanzan su desarrollo completo, aún siendo de la misma especie, pueden presentar diferencias importantes en tamaño, color y composición, según la selección o tipo de que se trate. De acuerdo con Benito *et al.* (1997), el fruto de pitaya (*S. griseus*), en general, tiene una forma ovoide, con diámetro ecuatorial (transversal) de entre 5 y 12 cm y peso desde 150 hasta 500 g; su cáscara es lisa, de color verde o rojo, dependiendo del tipo y grado de maduración.

De manera más específica, Cruz (1985) encontró que en cuatro tipos de pitayas (*S. stellatus*) los frutos del tipo amarillo fueron los que mostraron dimensiones significativamente mayores a los demás (diámetro transversal, 6.23 cm; diámetro longitudinal, 6.82 cm, y peso, 148 g), mientras que los del tipo rojo mostraron las menores dimensiones (diámetro transversal, 4.43 cm; diámetro longitudinal, 4.43 cm, y peso, 69.29 g). El más alto porcentaje de peso de semilla (2.74 %) con respecto al peso total del fruto correspondió al tipo rojo y el más bajo, al blanco (1.96 %).

En cuanto al contenido de glucosa, mismo que fluctuó en el intervalo de 6.89 a 7.04 %, así como al contenido de azúcares totales, que fluctuó de 9.56 a 11.16 %, no hubo diferencias significativas entre los cuatro tipos de frutos estudiados. Sin embargo, el tipo blanco presentó el contenido de fructosa significativamente más alto (4.26 %), mientras que el tipo solferino registró el más bajo (2.52 %). El contenido de sacarosa, así como de azúcares totales fue similar en los cuatro tipos, fluctuando desde 2.44 hasta 4.76 % y desde 12.58 hasta 15.92 %, respectivamente. Finalmente, la acidez titulable de los tipos rojo y amarillo (0.53 y 0.50 % respectivamente) resultó significativamente mayor que la del tipo blanco (0.39 %).

Martínez-González y Cruz-Hernández (1995) encontraron una amplia variabilidad en algunas características del fruto en 17 tipos diferentes de *S. griseus* colectados en la región mixteca: el peso medio del fruto varió desde 100 g (tipo Tepeyahualco) hasta 290 g (tipo Espina Negra); el contenido de sólidos solubles totales (SST) varió desde 9.9 °Brix (tipo Vidriosa) hasta 13.4 °Brix (tipo Amarilla), observando la tendencia de que a mayor SST, mayor pH; la jugosidad varió desde 69.4 % (tipo Enana) hasta 79 % (tipo Amarilla). Los autores concluyeron que los frutos de bajo índice de redondez presentaron el mayor peso, mientras que los frutos de alto índice de redondez (más esféricos) tuvieron menor peso; los tipos de pitaya Amarilla, Boluda y Roja de Tepeyahualco presentaron los más altos registros de firmeza, SST y jugosidad, pero cáscara más delgada.

En general, la pulpa jugosa de las pitayas es de color rojo intenso, muy dulce, y contiene numerosas semillas pequeñas de fácil digestión, negras o cafés. Las frutas de pitaya han generado interés y tienen potencial comercial por su excelente calidad y atractivo visual (Cruz, 1997; Mizrahi *et al.*, 1997; Pimienta-Barrios y Nobel, 1994).

Fisiología y manejo poscosecha

De acuerdo con Cruz (1985), el comportamiento respiratorio en poscosecha del fruto de cuatro selecciones (Amarilla, Blanca, Solferino y Roja) de pitaya (*S. stellatus*) corresponde, como en el caso de los frutos de tuna, al patrón no-climatérico, esto es, empieza con un intervalo de 24 a 31 mg de CO₂ kg⁻¹ h⁻¹ y terminando entre 16 a 22 mg de CO₂ kg⁻¹ h⁻¹. Los autores no encontraron diferencias significativas entre las cuatro selecciones estudiadas en cuanto a sus niveles de respiración.

Sin embargo, Cantwell y Robles-Contreras (comunicación personal) en otros frutos de pitaya (*S. thurberi* Engelman) colectadas en Sonora, México, después de 20 horas de cosechados y durante 8 días de almacenamiento a 20 °C, encontraron que la producción de etileno y bióxido de carbón mostró un patrón climatérico, comenzando con el típico y breve descenso de la tasa de respiración desde 55 hasta 45 mL de CO₂ g⁻¹ h⁻¹ mostrado entre el primero y segundo día poscosecha, cuando aún no había ningún cambio de color externo, de acuerdo con los autores, en las siguientes 24 horas se presentó un súbito incremento hasta llegar a una tasa respiratoria de aproximadamente 98 mL de CO₂ g⁻¹ h⁻¹, para luego mostrar un descenso suave y continuo hasta registrar alrededor de 60 mL de CO₂ g⁻¹ h⁻¹ a los ocho días de almacenamiento a 20 °C, momento en que los frutos ya habían virado al 100 % su color externo desde verde hasta amarillo. Los autores mencionados también indicaron que los frutos experimentaron cambios externos dramáticos durante el proceso de maduración: las areolas con espinas comenzaron a caer dos días después de la cosecha; el color de la epidermis cambió, dependiendo del tipo de pitaya, del verde a tonalidades amarillas o rojas; en general, la caída de espinas ocurrió antes del cambio completo de color, aunque en algunos frutos estos procesos ocurrieron simultáneamente; así, tanto la caída total de espinas como el cambio completo de color ocurrieron alrededor de los 6 o 7 días después de cosecha. El comienzo de la caída de espinas y del cambio externo de color fueron acompañados por incrementos en respiración y en la produc-

ción de etileno; las tasas de producción de etileno iniciaron en aproximadamente $4 \mu\text{L de C}_2\text{H}_4 \text{ g}^{-1} \text{ h}^{-1}$, alcanzando el máximo ($70 \mu\text{L de C}_2\text{H}_4 \text{ g}^{-1} \text{ h}^{-1}$) cuando concluyó la caída de espinas y el cambio externo de color.

En otras frutas de pitaya (*S. queretaroensis*) almacenadas durante 6 días a temperatura ambiente natural (20°C) Magaña-Benitez *et al.* (1999) encontró que el patrón de respiración de estas frutas mostró una tendencia general de disminución en función del tiempo, correspondiendo al que presentan las frutas no-climatéricas. La producción de etileno descendió durante los primeros tres días desde aproximadamente 25 hasta $12 \mu\text{L de C}_2\text{H}_4 \text{ g}^{-1} \text{ h}^{-1}$, para mantenerse en ese nivel con pequeños altibajos durante otros cuatro días.

Como se puede ver, es poco lo que se conoce acerca del comportamiento poscosecha y de los parámetros de calidad que presentan diferentes especies, como tampoco se conoce con precisión sobre las condiciones óptimas de almacenamiento o sobre la respuesta de los frutos de pitaya a la frigoconservación en atmósferas controladas o modificadas, en virtud de que se han realizado pocos estudios que aborden el problema de la alta perecibilidad de estas frutas y todavía no se han desarrollado tecnologías apropiadas para su manejo poscosecha.

El momento oportuno de cosecha para la pitaya de mayo *S. fricci*, en Michoacán (que ocurre generalmente durante abril y mayo) es definido principalmente por el cambio externo de color (de gris pálido a rosa) o por la caída de algunas espinas (Díaz, 1995).

Aunque el criterio de corte ya se ha definido empíricamente para frutos de *Stenocereus*, lo cierto es que las frutas cosechadas después de que han desarrollado completamente su color en la planta, son más dulces que las frutas cosechadas en etapas de desarrollo más tempranas (Pimienta-Barrios y Nobel, 1994).

El manejo poscosecha de frutos de pitaya es simple, y aún no se ha tecnificado completamente. En Jalisco, estos frutos son cosechados manualmente con ganchos de acero, hechos con tres o cuatro pequeñas varillas soldadas en la base, que se van abriendo hacia el

exterior, formando una pequeña canastilla, la cual está amarrada con alambre a una pértiga de madera. El fruto, primero se ubica dentro de la canastilla, después se hace girar hasta desprenderlo de la planta, quedando sujeto dentro de la canastilla y finalmente se baja cuidadosamente, para depositarlo en un recipiente de recolección.

La cosecha se lleva a cabo normalmente en la mañana (al amanecer). La remoción de espinas y areolas se realiza manualmente con la ayuda de un cuchillo o con pinzas para pan (alicates), esto es completamente necesario para la comercialización de los frutos. Sin embargo, Rebollar *et al.* (1997) recomendó no remover las espinas antes del transporte de los frutos, con el propósito de evitar la fricción entre frutas, pues las pitayas son muy susceptibles a este tipo de lesiones.

Salcedo y Arreola (1991) reportaron que los frutos de *S. queretaroensis* son tan perecederos que se deben comercializar el mismo día en que fueron cosechados, ya que aun en refrigeración no se pueden mantener en condiciones aceptables de comercialización por más de tres días; por otro lado, los frutos de *S. griseus* se pueden almacenar en condiciones aceptables por 3 o 4 días a temperatura ambiente, por lo cual se asume que los frutos de esta especie son menos perecederos que los frutos de *S. queretaroensis* (Cruz, 1997).

Magaña-Benitez *et al.* (1999) reportaron que los frutos de *S. queretaroensis* empacados en cajas de cartón almacenadas por 11 días a 9 °C resultaron tener menos pérdida de calidad que las almacenadas a 11 °C.

Frutos mínimamente procesados

A diferencia de otros frutos, las pitayas (y también las pitahayas) no se prestan a la industrialización, en virtud de que su alta jugosidad, alto contenido de mucílago, así como su delicado sabor (que se pierde con relativa facilidad en procesos térmicos), contribuyen a dificultar su procesamiento industrial. Todo esto hace que la tecnología del procesamiento mínimo ofrezca una alternativa interesante

para el aprovechamiento y comercialización de estas frutas, sin embargo, las pitayas se han estudiado muy poco como productos cortados frescos.

En general, los productos hortofrutícolas mínimamente procesados o cortados frescos son preparados y manejados para mantener su condición fresca, pero al mismo tiempo para proporcionar al comerciante y al consumidor final importantes ventajas. Aunque son más caros que el producto a granel, los productos cortados frescos (de gran éxito actualmente) a la larga resultan ser más económicos, debido a la reducción de basura. Para referirse a los productos cortados frescos también se usan otros términos, tales como productos "mínimamente procesados", "ligeramente procesados", "parcialmente procesados", "procesados frescos", o "pre-preparados". El cortado en fresco o el procesamiento mínimo incluyen acciones de manejo, preparación y distribución de productos hortícolas en estado fresco, listos para su consumo, con una vida útil o de anaquel generalmente muy corta. El procesamiento mínimo, además, permite proveer valor agregado, preparación y calidad nutritiva a los productos (Wiley, 1994).

La preparación de los productos mínimamente procesados implica acciones de limpieza, lavado, eliminación de cáscara (tuna, pitaya), y/o semilla (melón, sandía, etc.), recortado, descorazonado, rebanado, cortado en tiras, y otros procesos relacionados, muchos de los cuales incrementan la perecibilidad de los artículos producidos. Los consumidores esperan que los productos mínimamente procesados sean visualmente aceptables y apetitosos.

Los productos mínimamente procesados deben tener aspecto fresco, ser de calidad consistente dentro del empaque, y estar razonablemente libres de defectos. Con base en lo publicado por Cantwell (1992), adelante se explican algunas de las implicaciones tecnológicas del procesamiento mínimo de frutas y hortalizas que deberán tomarse en cuenta para la implementación de estas tecnologías en las pitayas.

Los productos cortados frescos generalmente tienen mayores tasas de respiración que los mismos productos intactos. Las tasas de respiración elevadas indican mayor actividad metabólica y usualmente tasas más aceleradas de deterioro. También las altas tasas de respiración pueden resultar en una pérdida más rápida de ácidos, azúcares y otros componentes, lo que reduce la calidad organoléptica y el valor nutritivo de la fruta. El incremento en la demanda de oxígeno, debido a las mayores tasas de respiración de los productos cortados frescos, implica el requerimiento de películas de empaque con suficiente permeabilidad al oxígeno, para prevenir la fermentación y malos olores.

El daño físico y las lesiones causadas (por la manipulación) incrementan en pocos minutos la respiración y la producción de etileno, con el consecuente incremento de las tasas de otras reacciones bioquímicas responsables de cambios en color (incluyendo el oscurecimiento) de sabor y gusto, de textura y de calidad nutricional (contenido de azúcares, ácidos y vitaminas). El grado de procesamiento y la calidad del equipo (*i.e.* el filo de las cuchillas), afectan significativamente la respuesta al daño.

Para minimizar las elevadas tasas de respiración y de actividad metabólica de los productos cortados frescos se requiere de la frigoconservación, en la cual es necesario un estricto control de temperatura. También se debe considerar que a mayor grado de procesamiento y manipulación del producto se tienen mayores tasas de respiración inducida. En general, todos los productos mínimamente procesados se deben almacenar dentro del intervalo de 0 °C a 5 °C (32-41 °F) para mantener su calidad, inocuidad y vida de anaquel.

Para muchos productos mínimamente procesados el empacado en atmósfera modificada es un suplemento de la frigoconservación que resulta efectivo para reducir en forma más eficiente su tasa de deterioro. El empacado con películas plásticas también reduce la pérdida de agua de las superficies cortadas. Recientemente ha habido muchas mejoras e innovaciones, específicamente dirigidas a

productos cortados frescos, tanto en lo que respecta a las películas plásticas como en el equipo de empaque.

Los productos mínimamente procesados se empaquetan en diversos materiales plásticos. Las atmósferas que contienen de 2 a 8 % de O_2 y de 5 a 15 % de CO_2 , generalmente resultan benéficas para los productos cortados frescos (Cantwell, 1996). Las atmósferas modificadas benefician a los productos cortados frescos reduciendo las tasas de respiración y retardando la decoloración, entre otros efectos. Cantwell (1996) consideró que todos los productos mínimamente procesados se deben almacenar a temperaturas lo más cercanas a los 0 °C, para mantener su calidad y alargar su vida de anaquel. La atmósfera que rodea a un producto es afectada por su tasa de respiración, por la temperatura de almacenamiento y por la permeabilidad del material plástico que lo envuelve (Kader, 1992).

Hay varios aspectos microbiológicos relacionados específicamente con los productos mínimamente procesados: estos productos generalmente se consumen crudos, sin pasar por ningún proceso o acción específicamente aplicada para matar patógenos, además, durante la distribución y exposición del producto puede ocurrir que prevalezcan temperaturas inadecuadas y, en consecuencia, se pueden desarrollar algunos microorganismos de cuidado, aun bajo condiciones de refrigeración y atmósferas modificadas. Debido a estos riesgos potenciales, la calidad microbiológica y la seguridad de las frutas y hortalizas mínimamente procesadas son de alta prioridad. La Asociación Internacional de Productos Cortados Frescos ha preparado guías voluntarias específicas para mantener altos niveles de seguridad microbiológica durante el procesamiento mínimo de frutas y hortalizas frescas (Zagory y Hurst, 1996). Como parte integral de estas guías se tiene la implementación de los principios para las buenas prácticas de manufactura y para el análisis de riesgos y control de puntos críticos.

El crecimiento microbiano en los productos mínimamente procesados se controla principalmente con el buen manejo de la sani-

dad y temperatura en todo el proceso. La sanitación de todo el equipo y el uso de agua clorada deben ser prácticas comunes.

Los microorganismos difieren en su sensibilidad a las atmósferas modificadas. Las atmósferas con bajo oxígeno (1 %) generalmente tienen poco efecto en el crecimiento de hongos y bacterias. Para tener efectividad en el control del crecimiento microbiano generalmente se necesitan niveles de concentración de CO₂ de 5-10 %. Altas concentraciones de CO₂ pueden afectar indirectamente el crecimiento microbiano retardando el deterioro (ablandamiento, cambios composicionales) del producto; también pueden tener una consecuencia directa al bajar el pH celular y afectar el metabolismo de los microorganismos. Los hongos generalmente son muy sensibles al CO₂ mientras que las levaduras son relativamente resistentes a este gas.

Los materiales de empaque modifican la humedad y la composición atmosférica que rodea a los productos mínimamente procesados y pueden modificar el perfil microbiano. Las atmósferas modificadas pueden causar cambios en la composición de la microflora de los productos cortados frescos.

Aunque no hay una etapa específica del proceso para matar microorganismos, se usan varias barreras a fin de mantener la calidad microbiana de los productos cortados frescos. Combinar un proceso higiénico de corte de los productos con procedimientos estrictos de sanidad, con un empaque en atmósfera modificada apropiado y con el uso de bajas temperaturas durante el procesamiento y la distribución no solamente favorece la alta calidad sensorial de los productos cortados frescos, sino que también sirve para minimizar los riesgos microbiológicos.

Con base en lo anterior, en seguida se describe un procedimiento general para el procesamiento mínimo de pitayas: primeramente se desinfecta la superficie exterior de los frutos, después se mondan y luego se pueden lavar y empacar, o bien pasar por un cortador-rebanador o cortar manualmente. Los productos se pueden empacar en bolsas de plástico o en contenedores rígidos “charolas”, que se

pueden cubrir con una película plástica, misma que debe permitir el desarrollo de una atmósfera modificada apropiada. Un problema que se presenta comúnmente durante el almacenamiento y manejo de este tipo de productos es la salida de fluido (jugo de drenado) que en el caso de la pitaya de pulpa roja es particularmente indeseable por su color parecido al de la sangre.

En el Departamento de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Autónoma Chapingo se han hecho algunos estudios preliminares (en proceso de publicación) sobre frutas y hortalizas cactáceas mínimamente procesadas, específicamente en nopal verdura, tunas y pitayas. Con base en los resultados de estos estudios más adelante se hacen algunas propuestas específicas para implementar de la mejor manera el procesamiento mínimo de las pitayas.

Los cambios de calidad de pitayas (*S. griseus* y *S. queretaroensis*) mínimamente procesadas, en respuesta al empacado en diferentes películas plásticas y temperaturas de almacenamiento, fueron estudiados por Corrales *et al.* (en revisión). Para este estudio, los frutos se cosecharon en estado de madurez comercial y de inmediato se transportaron a la Universidad. Al llegar fueron refrigerados a 5 °C; al día siguiente se les quitaron las espinas, fueron lavados con agua clorada, mondados y embolsados bajo condiciones estrictas de higiene; en seguida se almacenaron a 2 ± 1 °C y 7 ± 2 °C durante 10 y 15 días. Para ambas especies, el polietileno de 35 µm de espesor resultó ser el material de empaque con el que los frutos presentaron la mejor calidad después de 10 días a 7 °C, porque presentaron los menores cambios en color y firmeza, la menor pérdida de jugo, y las menores concentraciones de metabolitos anaerobios (acetaldehído y etanol). Para ambas especies, a temperatura de 2 °C se registró la mayor cantidad de jugo drenado y la menor intensidad de color (croma) lo cual es indicativo de algún tipo de daño por frío, sin embargo, la producción de etanol fue menor que a la temperatura de 7 °C. En general, la pitaya mínimamente procesada de *S. griseus* tuvo mayor calidad que la de *S. queretaroensis*, aunque

esta última presentó las menores concentraciones de volátiles fermentativos en el jugo.

Técnicas de procesamiento y transformación industrial

Aunque las pitayas se consumen principalmente como fruta fresca, las que se procesan industrialmente, por lógica, tienen mayor vida de anaquel que las frescas, lo que permite su venta en mercados lejanos. Con la industrialización también se puede extender en tiempo el abasto y se pueden controlar mejor tanto los precios como la calidad del producto. Otra ventaja del procesamiento es el valor agregado que se le da al producto y se diversifican los productos obtenidos con la industrialización, lo que hace posible la diversificación de mercados, además, de que se genera empleo rural, que contribuye a aumentar el ingreso en beneficio de las comunidades productoras.

Sin embargo, en la actualidad no hay productos de pitaya industrializados comercialmente disponibles y poco se conoce sobre las posibilidades de industrialización de los frutos de pitaya. El procesamiento de este fruto representa un gran reto tecnológico, dado que en forma natural presenta ciertas características que resultan desventajosas, como alto pH, es decir, baja acidez, lo cual, unido a un alto contenido de azúcares, principalmente glucosa y fructosa, hacen al fruto muy susceptible, principalmente al desarrollo de microorganismos. Por otra parte, la gran cantidad de mucílago que contiene la pitaya le confiere una alta viscosidad y una no muy agradable consistencia al jugo. El mucílago es una sustancia compuesta de polisacáridos complejos y está presente en cantidades importantes en las platyopuntias, esta sustancia imbebe (retiene) grandes cantidades de agua, formando coloides viscosos y gelatinosos (Amin *et al.* 1970; McGarvie y Parolis 1979a,b, 1981; Paulsen y Lund 1979; Trachtenberg y Mayer 1981; Sáenz *et al.* 1992 y 2002). Si no se tiene suficiente cuidado en la manipulación del jugo de la pitaya se corre el riesgo de que el sistema coloidal se precipite, formando aglomerados, cuya viscosidad se incrementa considerablemente, y se hace muy difícil su manipulación posterior.

Mermelada

Del Toro-Magaña y Castellón-Anaya (1986) estudiaron algunos factores de la elaboración de mermelada de pitaya (*S. griseus*, tipos rojo y amarillo). Probaron cuatro niveles de pectina (0, 5, 10, y 15 g/kg de azúcar) y cuatro niveles de pH (natural, 4.5, 3.5 y 2.5, añadiendo ácido málico) con y sin semillas. La pulpa y el azúcar (sacarina) estuvieron en proporción 1:1. La pulpa fue calentada (en baño maría) a 80 °C, el azúcar y el ácido málico fueron añadidos, mezclándolos gradualmente durante 5 minutos para una mejor solubilidad de la pectina. La mermelada fue envasada en frascos previamente lavados y esterilizados. Los frascos fueron sellados al vacío (por agotamiento), después fueron esterilizados por 30 minutos a 80°C y presión atmosférica local. Finalmente los frascos fueron enfriados por inmersión en agua.

Los tratamientos fueron evaluados sensorialmente por color, sabor, aspecto y consistencia, usando escalas hedónicas y la prueba de Quade. El tratamiento mejor calificado fue el que usó pitayas del tipo rojo, sin semillas, a pH natural y 15 g de pectina por kg de sacarosa usada, seguido por el tratamiento que usó pitayas del tipo amarillo, sin semillas, a pH natural y 15 g de pectina por kg de sacarosa usado. También se observó que bajo estas condiciones no se obtuvo un nivel mayor de 60 °Brix de concentración, así que ninguno de los tratamientos alcanzó la consistencia de una mermelada comercial. Una consistencia más alta fue lograda calentando a vacío y añadiendo sólidos (almidón de maíz).

Siguiendo el principio de elevado contenido de sólidos y alta acidez, con el propósito de facilitar la formación del gel pectina-azúcar-ácido, y de acuerdo a la Norma Oficial Mexicana para elaboración de mermelada, Benito *et al.* (1995) elaboraron mermelada de tres diferentes frutas: pitayas, tunillos y jiotillas (*Escontria chiotilla*). Los autores indicaron que es necesario ajustar el pH (con ácido cítrico) entre 3.2 y 3.5, para la conveniente inversión de sacarosa, y usar benzoato de sodio como conservador.

En general, los productos alcanzaron entre 64 y 67 °Brix, así como alta calidad microbiana y en cuanto a características sensoriales. La mermelada de las tres frutas tuvo características similares, con escasas variaciones en los requerimientos de pectina y ácido cítrico para ajustar el pH y formar el gel. Arnaud *et al.* (1997) propusieron que la mermelada puede ser elaborada de acuerdo con el diagrama mostrado en la Figura 1, con la posibilidad de empacar el producto tanto en frascos de vidrio, como de resinas PET de los números 15-47 o 15-71. De la evaluación sensorial, y de acuerdo con las calificaciones de los parámetros medidos, los autores concluyeron que las mermeladas de pitaya más preferidas fueron aquellas con alta cantidad de pulpa, con contenidos de pectina entre 0.5 y 1.0 %, 0.5 % de ácido cítrico (pH 3.2 a 3.5) y SST entre 64 y 67 °Brix.

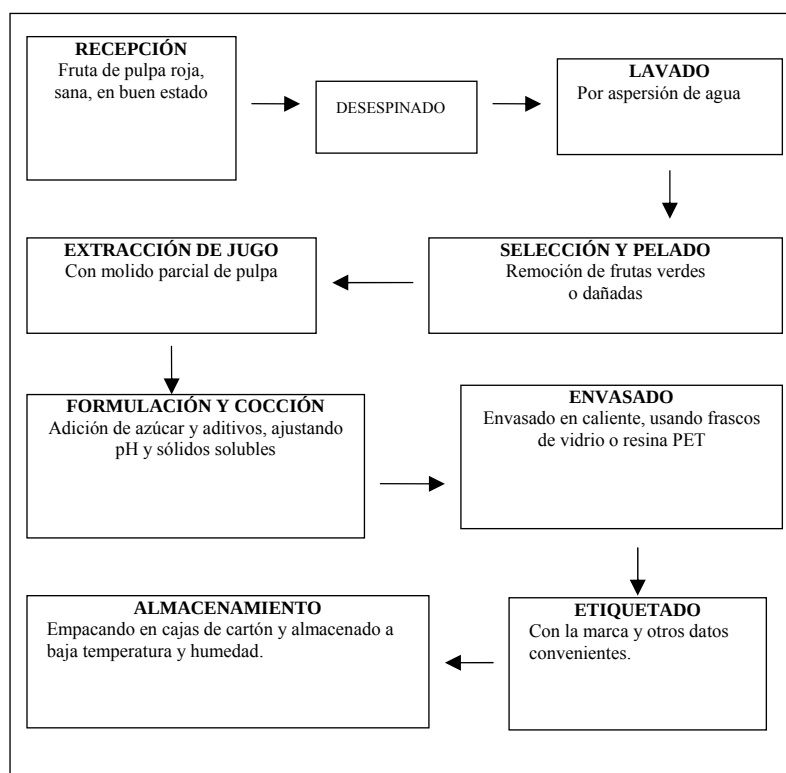
Arnaud y Morán (1995) estudiaron el potencial industrial del fruto de “tunillo” (*S. stellatus*) colectado en Oaxaca, México, elaborando jarabe, mermelada y barras de fruta deshidratada. Después de la evaluación sensorial los autores concluyeron que estos productos tienen un potencial interesante para los mercados doméstico e internacional.

Licor

Los licores son bebidas alcohólicas que contienen azúcar y productos aromáticos, tales como extractos de plantas y frutas, el destilado de éstas, zumos de frutas y aceites esenciales. El contenido alcohólico oscila entre 20 y 58 % del volumen total. Lo normal es aproximadamente un contenido de 25 % (Paczka, 1934; Herbert, 1989).

De acuerdo con Varnam y Sutherland (1997) los licores son destilados alcohólicos que se han endulzado y aromatizado con sustancias de sabores compatibles. Otra definición refiere a los licores como bebidas espirituosas, con contenido de alcohol de 20 a 35 % del volumen total, y 220 a 500 g/L de azúcar o jarabe de almidón, que se aromatiza con frutas, especias, extractos o esencias.

Figura 1. Diagrama de los pasos de la elaboración de mermeladas, hecha con frutas de pitaya



Fuente: Adaptado de Arnaud *et al.* (1997).

El alcohol fue por muchos años el factor determinante en los licores, pero hoy en día la tendencia va cada vez más hacia el aroma, especialmente en licores de frutas, y cada vez menos hacia el alcohol. De acuerdo con Herbert (1989) el azúcar y el aroma son los grandes seductores actuales de los licores, lo que permite saborearlos mejor y sin que resulten tan embriagantes.

Los licores tienen sus orígenes en Italia, donde en el siglo XIII no eran otra cosa más que medicamentos endulzados. La palabra “licor” tiene su etimología en la palabra italiana “liquore” que significa “líquido”. Los franceses, a través de nuevas y refinadas mezclas, desbancaron a los italianos, y hoy en día siguen estando a la cabeza (Herbert, 1989).

Vargas y Corrales (2000) probaron diferentes formulaciones para la elaboración de licor de frutos de pitaya (*S. queretaroensis*). Después de tres pruebas preliminares, tres formulaciones finales (20:36, 22:34, y 25:31 de proporciones porcentuales de alcohol/azúcar) fueron evaluadas física, química y sensorialmente. La evaluación sensorial (mediante pruebas afectiva de ordenamiento por preferencia) fue llevada a cabo por un panel de 100 jueces (consumidores de licores de fruta). Los resultados mostraron que no hubo diferencias significativas de preferencia entre los licores (los tres fueron bien aceptados). También notaron que cuando se incrementó la proporción de alcohol o se disminuyó la proporción de azúcar en las formulaciones, hubo un decremento normal de densidad (de 1.134 a 1.097 g/ml), de viscosidad (de 23.545 a 14.565 centipoises), de SST (de 47.85 a 43 °Brix), del ángulo de tono del color (de 25°16' a 24°10'), y hubo un incremento de la brillantez (de 24.7 L* a 24.82 L*) y de la intensidad del color o croma (de 38.1 a 40.02). El valor de pH no fue afectado notablemente.

Para la elaboración de licor de pitaya se propone lo siguiente, de acuerdo con la metodología general propuesta por Hebert (1989): Partiendo del jugo espeso, obtenido en una despulpadora mecánica con molienda parcial de la pulpa, primeramente se filtra para separar las semillas, luego se obtiene, por infusión, el extracto alcohólico, mezclando en proporción 1 a 1 el jugo espeso (sin semillas) con alcohol etílico de caña, propio para el consumo humano, diáfano y exento de tufo, con una concentración que puede estar en el intervalo de 70 a 96 %. Esta operación se debe hacer en recipientes de vidrio o de acero inoxidable, para evitar reacciones químicas indeseables con las sustancias del recipiente con las que se pone en

contacto el extracto. También se propone hacer la infusión por maceración (a temperatura ambiente por un periodo de aproximadamente 30 días) y no por digestión para no alterar el delicado sabor y aroma de la pitaya.

Jarabe

Con el propósito de lograr productos estables, pero similares en sabor a los que están acostumbrados los consumidores que usan la pulpa de estas frutas cactáceas en diferentes bebidas, helados, y otros productos regionales, Benito *et al.* (1997) elaboraron un jarabe base, con un contenido de entre 60 y 65 °Brix, usando azúcar invertida mezclada con el jugo y ácido cítrico a temperaturas de 92 a 95 °C durante 15 minutos.

De acuerdo con los autores, este jarabe se puede embotellar en frascos de vidrio, polietileno o de resinas PET, obteniendo una alta estabilidad microbiológica y una excelente calificación sensorial, y rendimientos de dilución de 1:6. Los autores enfatizaron que esta presentación puede ser usada como sustituto de concentrados de fruta similares para la elaboración de varios productos alimenticios.

Jugos concentrados y polvos solubles

De acuerdo con Benito *et al.* (1997) otra alternativa para el uso de la pulpa de pitaya, que mantiene sus atributos de aroma, color y contenido de sólidos, son los jugos concentrados y polvos solubles obtenidos mediante secado por aspersión. El proceso consiste en extraer el jugo usando un extractor con cedazos de 30 y 40 fibras por pulgada² y benzoato de sodio como un conservador, y finalmente envasar en frascos de vidrio, polietileno o botellas PET y almacenar en cuarto frío a 4 o 5 °C. Para la obtención de polvos deshidratados, el jugo concentrado se hace pasar a través de un secador por aspersión. En general, los productos obtenidos tienen alta calidad sensorial, con alto nivel de reconstitución. Pueden ser consumidos directamente o añadidos a otros productos alimenticios como alternativa a los que ya están en el mercado.

Colorantes

La extracción de colorantes naturales para la industria alimenticia es otra opción de procesamiento de pitaya. De acuerdo con Cuevas y Lugo (1997) el color del fruto de pitaya (*Stenocereus* sp.) se debe a la presencia de diferentes proporciones de pigmentos rojos y amarillos (ambos son pigmentos de tipo betalaína). Las betalaínas son pigmentos hidrosolubles que se pueden dividir en dos grandes grupos estructurales: betacianinas (rojas) y betaxantinas (amarillas) (Mabry y Dreiding, 1968). Arceta *et al.* (1997) extrajeron, purificaron e identificaron parcialmente betacianinas de frutos de pitaya (*S. queretaroensis*) concluyendo que estos frutos contienen betanidina, un tipo de betacianina común al encontrado en las remolachas.

La estructura molecular de las betalaínas se define por núcleos pirimídicos e indol unidos por enlaces glucosídicos a un monosacárido, dejando tres grupos carboxílicos y un nitrógeno cuaternario libre, responsables del carácter polar y anfótero de los pigmentos.

Estos pigmentos son solubles al pH ácido, termolábiles, solubles en agua y frecuentemente fotosensibles. Para su comercialización, estos colorantes tienen presentaciones en polvo y concentrados líquidos que pueden ser empleados principalmente en la industria de caramelos, postres, y gelatinas, entre otras industrias. La obtención de colorantes de pitayas implica el molido parcial de la pulpa, extracción por centrifugación, fermentación para eliminar azúcares, precipitación de compuestos orgánicos extraños, concentración del colorante, purificación y secado (Benito *et al.*, 1997). Los resultados de estos autores mostraron que las pitayas contienen pigmentos comparables con los extraídos de la remolacha, y que los pigmentos rojos de los frutos de la “jiotilla” pueden ser extraídos y usados como colorantes en la industria alimenticia, además de que este frutal es un cultivo prometedor en zonas áridas y semiáridas.

El cultivo de tejidos de *Stenocereus queretaroensis* para la producción de colorante es una nueva técnica, la cual ya ha empezado a ser evaluada (Alatorre y Viguera, 1995; Chávez *et al.*, 1997; Cuevas y Lugo, 1997).

Pitahayas

Características generales

Las pitahayas cultivadas se clasifican en dos géneros botánicos: *Selenicereus* e *Hylocereus*. El tipo Amarillo de pitahaya, que pertenece al primer género (*S. megalanthus*), se cultiva en Colombia, Ecuador e Israel. Las pitahayas de epidermis o cáscara roja, incluyendo a las de pulpa roja o blanca, y el tipo blanco (que pertenecen al segundo género) se cultivan en Nicaragua, Guatemala, Vietnam, Taiwán, Tailandia, Camboya, Filipinas, México, Israel, y El Salvador. Por su hábito de crecimiento trepador, a las pitahayas en general también se les conoce como cactáceas de enredadera (Nerd *et al.*, 2002).

Todas estas pitahayas muestran gran variabilidad: la cáscara de las especies del género *Hylocereus* tienen brácteas que contribuyen al aspecto atractivo de las frutas, en tanto que la cáscara de *S. megalanthus* está cubierta de tubérculos espinosos, aunque las espinas se caen fácilmente al momento de la cosecha. Los frutos cultivados del género *Hylocereus* generalmente son grandes (hasta de 1000 g), dos o tres veces más grandes que los de *S. megalanthus*. De acuerdo con Nerd y Mizrahi (1997) estos últimos (frutos de pitahaya amarilla) son alargados y pequeños (con peso alrededor de 250 g); el fruto es una baya oblonga de tamaño mediano, con una cáscara espinosa amarilla y pulpa de sabor dulce con numerosas semillas comestibles muy pequeñas de color negro.

El peso del fruto de *Hylocereus undatus* varía de 350 a 700 g, aunque puede alcanzar hasta 970 g, muestra tonalidades rojomoradas, con brácteas verde-amarillas que también pueden variar en número y longitud. Otras especies de *Hylocereus* muestran frutos rojos, rosas o amarillos, con brácteas (Font Quer, 1979) de tonalidades que van del rojo al amarillo (Rodríguez *et al.*, 1993; Hessen y Téllez, 1995; Castillo y Cáliz de Dios, 1995).

Las frutas de *Hylocereus undatus* tienen un alto valor nutritivo porque son ricas en calcio, fósforo, vitaminas A y C (Olaya, 1991),

y potasio (Becerra, 1994; Castillo y Cáliz de Dios, 1995). En otras especies de pitahaya, como *Selenicereus megalanthus*, el contenido de vitamina C también es alto (24 mg/100 gramos de pulpa, según Becerra, 1986). Sin embargo, la compañía de exportación de fruta en Guatemala “FRUTESA” y Barbeau (1990) señalaron que el contenido de vitamina C en la pulpa de *Hylocereus undatus* es sólo de 4 a 8 mg/100 gramos. La composición química de las pitahayas más importantes está resumida en el Cuadro 1, en donde es notorio el mayor contenido de grados Brix en la pitahaya amarilla.

Cuadro 1. Composición química de tres tipos de pitahayas importantes

Parámetro	Pitahaya amarilla	Pitahaya roja con pulpa roja	Pitahaya roja con pulpa blanca
PH	-	3.70	5.45
°Brix	19.00	12.00	10.60
Total de Sólidos (%)	-	12.00	12.50
Agua	85.35	86.00	87.50
Cenizas	0.50	0.70	0.90
Grasas	0.13	0.40	0.90
Proteína	0.40	1.50	1.20
Fibra cruda	0.70	0.60	1.20
Carbohidratos	9.91	13.20	8.30
Vitamina A (IU/100g)	0.0	Trazas	7400.80
Vitamina C (mg/100g)	-	0.50	0
K (mg/100g)	74.88	170.90	272.60
Mg (mg/100g)	11.43	21.90	36.60
Ca (mg/100g)	3.47	12.80	7.50

Fuente: Adaptado de Rodríguez (2000), con datos de Restrepo y Vidal (1989), Becerra (1994), Stubbert y Mojica (1997) y Castillo *et al.* (1996).

Fisiología y manejo poscosecha

La maduración del fruto de la pitahaya amarilla (*S. megalanthus* Scum. Ex Vaupel) fue estudiada por Nerd y Mizrahi (1998), quienes describieron algunas características físicas y los cambios que presentan los frutos cosechados en varios estados de maduración, abarcando desde cuando éstos presentan un color verde brillante (aproximadamente 80 días después de la antesis) hasta el desarrollo completo del color; esta descripción se sintetiza como sigue: “El desarrollo del color amarillo durante la maduración se ve claramen-

te determinado por la disminución del ángulo de tono de la cáscara (desde aproximadamente 125° hasta 80°).

La proporción de la pulpa (en porcentaje del peso fresco de la fruta) se incrementó significativamente desde la etapa 1 (verde brillante) hasta la etapa 3 (correspondiente a cuando la mitad del fruto presenta cáscara amarilla), luego hubo leve incremento hacia la etapa 4 (cuando casi toda la fruta estaba amarilla), alcanzando en ésta alrededor de 48 % del peso fresco del fruto.

El porcentaje de agua en la pulpa se incrementó paralelamente con el incremento de la pulpa, mientras que el porcentaje de agua en la cáscara decreció levemente. Los mismos autores describen los cambios químicos, organolépticos y fisiológicos que ocurrieron durante la maduración de estos frutos como sigue: La concentración de sólidos solubles totales (SST) y de azúcares solubles de la pulpa se incrementaron marcadamente desde la etapa 1 hasta la etapa 3 y luego permanecieron sin cambio. El incremento en los azúcares solubles fue acompañado por un decremento en la concentración de almidón. Aunque los azúcares solubles son el principal componente de los SST, su concentración (con base en peso fresco) fue de alrededor de la mitad de los SST. Esto puede ser explicado por el alto contenido de semillas presentes en la pulpa, lo que contribuyó al peso de la pulpa usada para la extracción de azúcares (los SST fueron medidos en el jugo de la pulpa). La acidez titulable de la pulpa permaneció sin cambios entre las etapas 2 y 4, después disminuyó en la etapa 5 (cuando la cáscara está completamente amarilla).

Las pruebas organolépticas mostraron que las frutas de la etapa 4 fueron las más aceptadas, seguidas por las frutas de la etapa 5, mientras que las de las etapas 1 y 2 fueron las menos aceptadas. Las tasas de producción de etileno y CO₂ permanecieron bajas y no se elevaron durante la maduración, variando desde 0.01 hasta 0.03 mL de etileno kg⁻¹ h⁻¹ y desde 0.6 hasta 1.2 mL de CO₂ kg⁻¹ h⁻¹, para las primera y últimas etapas, respectivamente. Este hallazgo indica que el fruto de la pitahaya amarilla es del tipo no-climatérico.

Nerd *et al.* (1999) estudiaron el proceso de maduración y el comportamiento poscosecha de frutos de dos especies de pitahayas (*H. undatus* y *H. polyrhizus*) a 26.6 ± 2.1 °C (en promedio) cultivados en Beer-Sheva (desierto Israelí de Negev) bajo condiciones de invernadero. Los autores concluyeron que el primer cambio en el color de la cáscara se registró de 24 a 25 días después de la antesis en *H. undatus* y de 26 a 27 días en *H. polyrhizus*. En ambas especies la cáscara se volvió completamente roja a los 4 o 5 días después del primer cambio de color. El cambio de acidez, previo al cambio de color, indicó el comienzo del proceso de maduración. Para *H. polyrhizus*, que tiene una pulpa rojo-violeta, el incremento en el pigmento de la pulpa fue paralelo al desarrollo del color de la cáscara. Finalmente, de acuerdo con los autores, ambas especies (*H. undatus* y *H. polyrhizus*), al igual que otras frutas cactáceas, se pueden considerar como frutas no-climatéricas.

Centurión *et al.* (1999) estudiaron los principales cambios en poscosecha de los frutos de *H. undatus*, cosechados 26 días después de floración (estado en que la cáscara es de color verde claro), y después de 30 días (estado en que la cáscara es de color rosa). Los autores notaron un decremento en acidez y en el contenido de vitamina C, independientemente del grado de madurez al momento de la cosecha. Sin embargo, los azúcares reductores y totales resultaron levemente menores en los frutos de menor desarrollo que en los frutos cosechados en el estado en que la cáscara era de color rosa y concluyeron que los cambios de las principales características de la calidad de la fruta dependen del grado de madurez al momento de la cosecha.

Para los frutos de pitahaya, al igual que para los de pitaya, poco se sabe acerca de las posibles variaciones en el comportamiento poscosecha, así como de los parámetros de calidad de las diferentes especies cultivadas; no se conocen las temperaturas óptimas de almacenamiento ni la respuesta del fruto a las atmósferas controladas o modificadas.

Pocos estudios han abordado el problema de la alta perecibilidad de estos frutos y aún no se han desarrollado tecnologías apropiadas de manejo poscosecha. Los índices de cosecha se han establecido bien para frutos de *S. megalanthus* (Nerd y Mizrahi, 1998, y 1999). Estos autores también observaron que el fruto de la pitahaya amarilla puede persistir en la planta por varios meses después de desarrollar completamente su color, pero el sabor se deteriora con el tiempo.

De acuerdo con los citados autores, este fruto acumula almidón, que es degradado a azúcares solubles durante la maduración, y concluyeron que estos frutos cosechados en el estado del cambio de color (al comienzo de su proceso de maduración) y luego almacenados, desarrollaron las mismas propiedades físicas que los frutos madurados en la planta, pero sus azúcares solubles y sus niveles de acidez fueron significativamente más bajos, por lo que presentaron un sabor inferior. Los frutos cosechados en estado de coloración avanzada (con buena calidad comestible) mejoraron su aspecto durante el almacenamiento en términos del color de la cáscara y de la proporción pulpa:cáscara, aunque sus niveles de azúcares solubles y su acidez, así como la calidad de su sabor disminuyeron.

Los mismos autores concluyeron que, en virtud de la menor pérdida de peso, el mayor contenido de azúcar y la menor susceptibilidad a patógenos de los frutos cosechados en estado de coloración avanzada, comparada con los frutos cosechados en el estado del cambio de color, sugieren que la primera es la etapa de maduración más apropiada para la cosecha, tanto para mercados locales como distantes. El almacenamiento a 10 °C de los frutos de coloración avanzada atenuó su pérdida de peso y la disminución de sus componentes del sabor, acidez y azúcares solubles.

En cuanto al manejo poscosecha se ha concluido (Nerd *et al.*, 1999), para los frutos de las dos especies (*H. undatus* y *H. polyrhizus*), que cuando se cosechan lo más cercano al estado de completa coloración los frutos mantienen su calidad comercial si se mantienen dos semanas a 14 °C o al menos una semana a 20 °C. El almacenamiento a 6 °C no se recomienda, porque la transferencia

de esa temperatura a condiciones ambientales (25 °C), causa que los frutos pierdan rápidamente su firmeza y sabor, además de que estas frutas, al igual que las de *S. megalanthus*, son susceptibles a daños por frío, cuyos síntomas se manifiestan en obscurecimiento y pudriciones en la cáscara.

Vidal y Abello (1999) probaron un tratamiento de vapor caliente en frutos de pitahaya amarilla (*Selenicereus megalanthus* Haw) con el propósito de controlar la mosca del mediterráneo (*Ceratitis capitata*) y la mosca sudamericana (*Anastrepha fraterculus*). Concluyeron que el tratamiento a 46 °C y 95 % de humedad relativa durante 20 minutos es efectivo contra todos los estados inmaduros de la mosca del mediterráneo y que para el control de la *A. fraterculus* es suficiente alcanzar la condición de 46 °C y 95 % de humedad relativa.

Técnicas de procesamiento

La planta de pitahaya juega un papel ornamental durante todo el año, en muros, troncos de árboles, tapias y rocas (Ortiz *et al.*, 1993; Rodríguez, 2000). Además, *H. undatus* tiene propiedades medicinales (Jorge y Ferro, 1989; Rodríguez *et al.*, 1993; INRA-CEE, 1994). De acuerdo con Echeverri (1990) y Becerra (1994), la gente ha usado el fruto de la pitahaya como tónico cardíaco, como un laxante para estimular el estómago y como medicamento para disolver piedras en el riñón. En su trabajo, estos autores discuten la técnica de extracción de captina, una sustancia que causa una reacción cardíaca positiva.

Mendieta y Del Amo (1981) indican que las flores de *H. undatus* se pueden preparar por infusión y administrarse oralmente para el tratamiento y control de algunas enfermedades del corazón. Rodríguez *et al.* (1993) mencionan que en Yucatán los brotes tiernos y flores de *H. undatus* se usan contra los dolores de cabeza, así como para curar problemas de riñón y para elaborar champú casero para el tratamiento y control de la caspa. Los colorantes obtenidos de la pitahaya roja se pueden usar como aditivos naturales en la industria de los alimentos y farmacéutica (Becerra, 1994).

Para el procesamiento de la pulpa de la pitahaya, de acuerdo con Pertz (1994) es posible aplicar los principios del congelamiento, concentración, deshidratación, fermentación, calor o preservación química, para lo cual ya existen tecnologías caseras o industriales disponibles.

De acuerdo con Ortiz (1999), en Tabasco, México, la compañía “Carla”, productora de cócteles exóticos, en 1995 colocó exitosamente en el mercado local un licor ligero llamado crema de pitahaya, elaborado con frutas de *Hylocereus undatus*. Sin embargo, otro producto de la misma compañía, el bocadillo o botana de pitahaya deshidratada, no tuvo éxito, porque al estar constituida la fruta en su mayor parte por agua, el producto deshidratado resulta ser más semilla que pulpa, además de que, cuando el producto deshidratado tiene contacto con el aire, toma una consistencia chiclosa.

La pulpa congelada es el producto principal elaborado con el fruto de pitahaya. Nicaragua, país apoyado por la Comunidad Económica Europea, exporta pulpa congelada (con y sin semillas) a los Estados Unidos (INRA-CEE, 1994; Hessen y Téllez, 1995). Sin embargo, aunque es muy necesario estudiar y conocer a fondo los aspectos relacionados con las propiedades de calidad final, en textura y color, de estos productos, en relación con las condiciones y tipo del congelamiento, aún no hay estudios técnicos específicos publicados.

Con la idea de mostrar un panorama sobre los aspectos técnicos involucrados en el congelamiento de alimentos, a continuación se precisan algunos principios generales. De acuerdo con Heldman (1975), el congelamiento es uno de los procesos más comunes para la preservación de alimentos. Es bien sabido que al bajar la temperatura se reduce la actividad de microorganismos y de los sistemas enzimáticos, previniendo así el deterioro del producto alimenticio. En adición a la influencia que las bajas temperaturas ejercen en la reducción de microorganismos y enzimas, la cristalización de agua en el producto tiende a reducir la cantidad de agua líquida en el sistema, y a inhibir el crecimiento de microorganismos o la actividad

enzimática como acción secundaria. Un aspecto del congelamiento de alimentos que no se puede subestimar es el papel que juegan las propiedades del producto.

Hay varias propiedades únicas de los alimentos congelados que merecen consideración adicional. Por ejemplo, es de particular importancia el papel que juega el agua y sus cambios de estado durante los procesos de congelamiento. De acuerdo con Heldman (1975), como es de esperarse, el proceso de congelamiento en los productos alimenticios es algo más complejo que el congelamiento de agua pura. En virtud de que prácticamente todos los productos alimenticios contienen cantidades relativamente grandes de agua, en la cual se encuentran presentes varios solutos (y de mucílago en el caso de pitayas y pitahayas), el punto de congelamiento real o inicial del agua del producto es menor al del agua pura.

Por otra parte, la manera en que los cristales de hielo se forman en un producto alimenticio es de gran importancia, debido a la estrecha relación que existe entre la tasa de congelamiento y la influencia de éste en la calidad del producto. También es de gran importancia el tamaño de los cristales de hielo que se encuentra al final del proceso de congelación o cuando el producto alcanza la temperatura final de dicho proceso, debido a la influencia que tienen sobre la calidad final del producto.

Además, para cualquier discusión sobre congelación de alimentos se requiere de una definición técnica suficientemente clara de lo que es un congelador. Primero, es esencial distinguir entre congelamiento y almacenamiento congelado. El Congelamiento se refiere al proceso real de congelación durante el cual el agua contenida en el producto se vuelve hielo y su temperatura se reduce desde la ambiental hasta la del nivel de almacenamiento. Almacenamiento congelado es el almacenamiento de un producto a una determinada temperatura constante, generalmente de $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ o menor. Sin embargo, en Europa usualmente es $-23\text{ }^{\circ}\text{C}$, temperatura con la que se puede dar una vida de almacenamiento más prolongada. Por lo anterior se debe concebir al congelador como una máquina de proce-

samiento de alimentos, diseñada ingenierilmente, que desempeña la función de congelamiento y que comúnmente se instala en línea para dar continuidad a la fase preparatoria de productos, ya sea antes o después del empaclado.

Literatura citada

- Alatorre G., S. E. y A. L. Vigueras G. 1995. "Evaluación de un medio para la obtención de colorante mediante semillas de *S. queretaroensis* (Web) Buxbaum". En: D. Granados S. *et al.* (eds.). *Memoria del I Simposium Internacional. Sobre Pitayas y Frutos Afines*. División de Ciencias Forestales y del Ambiente. Universidad Autónoma Chapingo. México. pp. 46-47.
- Arceta G., I.E.; F. López-Dellamary T.; A. Chávez L.; E. Lugo C. y J. Villafaña R. 1997. "Extracción, purificación y parcial identificación de betacianinas en la pitaya (*Stenocereus queretaroensis*)". En: R. Vázquez A. *et al.* (comps.). *Memoria del 7º Congreso Nacional y 5º Congreso Internacional sobre Conocimiento y Aprovechamiento del Nopal*. Facultad de Agronomía. Universidad Autónoma de Nuevo León. Monterrey, N.L., México. pp. 312-313.
- Amin, El-S.; O.M. Awad y M. M. El-Sayed. 1970. "The mucilage of *Opuntia ficus-indica*". *Carbohydrate Research* 15: 159-161.
- Arnaud V., M. del R. y N. Morán P. 1995. "Potencial productivo e industrial del tunillo (*Stenocereus stellatus*) en el estado de Oaxaca". En: D. Granados S. *et al.* (eds.). *Memoria del I Simposium Internacional. Sobre Pitayas y Frutos Afines. (Resúmenes)*. División de Ciencias Forestales y del Ambiente. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. p. 48.
- Arnaud V., R.; P. Santiago G. y P. Benito B. 1997. "Agroindustria de algunos frutos". En: C. Valles S. (ed.). *Suculentas Mexicanas. Cactáceas*. CVS Publicaciones S.A. de C.V. pp. 79-85.
- Barbeau, G. 1990. "La pitahaya rouge, un nouveau fruit exotique". *Fruits* 45(2): 141-147.

- Becerra L., A. 1986. *El cultivo de la pitaya*. Federación Nacional de Cafeteros de Colombia. Bogotá, Colombia. 19 p.
- _____. 1994. "El cultivo de la pitaya (*Selenicereus megalanthus*)". En: Villegas *et al.* (eds.). *Primera Reunión Internacional y Segunda Reunión Nacional: Frutales Nativos e Introducidos con Demanda Nacional e Internacional*. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Edo. de México, México. pp. 123-142.
- Benito B., P.; P. Santiago G.; M. del R. Arnaud V.; A. Poblano V. y F. Hernández C. 1995. "Aprovechamiento agroindustrial de los frutos de pitaya (*Stenocereus griseus* Haw, Buxbaum), tunillo (*Stenocereus griseus*, Pfeiffer, Riccobono) y jiotilla (*Escontria chiotilla*, Weber, Rose)". En: D. Granados S. *et al.* (eds.). *Memoria del I Simposium Internacional sobre Pitayas y Frutos Afines. (Resúmenes)*. División de Ciencias Forestales y del Ambiente. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. p. 45.
- _____. 1997. "Agroindustrial use of some cacti fruits". En: C. Valls S. (ed.). *Suculentas Mexicanas. Cactáceas*. CVS Publicaciones S.A. de C.V. pp. 130-131.
- Benson, L. 1982. *The Cacti of the United States and Canada*. Stanford Univ. Press, Stanford, CA. USA. pp. 575-580.
- Bravo-Hollis, H. 1978. *Las Cactáceas de México*. Vol. I. Universidad Nacional Autónoma de México. Distrito Federal, México. 764 p.
- _____. 1991. *Las Cactáceas de México*. Vol. III. Universidad Nacional Autónoma de México. Distrito Federal, México. 643 p.
- Cantwell, M. 1996. "Fresh-cut product biology and requirements". En: M. Cantwell (comp.). *Fresh-cut products: Maintaining Quality and Safety*. Postharvest Horticulture Series N° 10, Section 4. University of California, Davis. USA. pp. 1-7.
- Castillo M., R. y H. Calix de Dios. 1995. "Valores nutricionales del género *Hylocereus* (pitahaya)". En: D. Granados S. *et al.* (eds.). *Memoria del I Simposium Internacional sobre Pitaya y Frutos*

- Afines. (Resúmenes)*. División de Ciencias Forestales y del Ambiente. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México.
- Castillo M., R.; H. Cáliz de D. y A. Rodríguez C. 1996. *Guía Técnica para el Cultivo de la Pitahaya*. CONACyT, Universidad de Quintana Roo, INIFAP y Universidad Autónoma Chapingo. Chetumal, Q.R. México.
- Centurión Y., A.; S. Solís P.; E. Mercado S.; R. Báez S.; C. Saucedo V. y E. Sauri D. 1999. "Caracterización y evaluación de la conservación de pitahaya (*Hylocereus undatus*) a bajas temperaturas". En: Saucedo V.C. y R. Báez (eds.). *Requerimientos de tratamientos cuarentenarios en frutas tropicales y subtropicales*. Programa Iberoamericano de Ciencia Tecnológica para el desarrollo (CYTED)-CONACyT Proyecto XI.10. pp. 29-39.
- Chávez L., A.I.; I.E. Arceta G.; F. López-Dellamary T.; E. Lugo C. y J. Villafaña R. 1997. "Estudio comparativo del pigmento extraído de los cultivos de callos de *Stenocereus queretaroensis* (pitaya) y del fruto". En: R. Vázquez A. et al. (comps.). *Memoria del 7º Congreso Nacional y 5º Congreso Internacional sobre Conocimiento y Aprovechamiento del Nopal*. Facultad de Agronomía. Universidad Autónoma de Nuevo León. Monterrey, N.L., México. pp. 245-246.
- Cruz H., J.P. 1984. "Algunas características del cultivo de la pitaya *Stenocereus* spp. en el estado de Puebla". *Addendum de la Memoria del Simposio "Aprovechamiento del Pitayo"*. Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco e Instituto Tecnológico Agropecuario de Oaxaca. México. 13 p.
- Cruz H., J.P. 1985. Caracterización del fruto de 4 tipos de pitaya (*Stenocereus stellatus* Riccobono). Tesis de Maestría. Centro de Fruticultura, Colegio de Postgraduados. Chapingo, México. 89 p.
- _____. 1997. "Otras cactáceas de importancia económica en México por su producción de frutos comestibles". En: R. Vázquez A. et al. (comps.). *Memoria del 7º Congreso Nacional y 5º Congreso Internacional sobre Conocimiento y Aprovechamiento del No-*

- pal. Facultad de Agronomía, Universidad Autónoma de Nuevo León. Monterrey, N.L., México. pp. 70-80.
- _____. 1998. "La pitaya (*Stenocereus* sp.) y otras cactáceas con potencial frutícola". En: *Segundo Simposium Nacional del Cultivo del Pitayo*. Techaluta de Montenegro, Jalisco, México. pp. 22-24.
- Cuevas A., E. y E. Lugo C. 1997. "Estudio de la influencia de diferentes factores nutricionales en el crecimiento y acumulación de pigmento y células en suspensión de *Stenocereus queretaroensis*". En: R. Vázquez A. et al. (comps.). *Memoria del 7º Congreso Nacional y 5º Congreso Internacional sobre Conocimiento y Aprovechamiento del Nopal*. Facultad de Agronomía, Universidad Autónoma de Nuevo León. Monterrey, N.L., México. pp. 279-280.
- Del Toro-Magaña, E. y J.P. Castellón A. 1986. Fisiología del desarrollo del fruto del pitayo (*Stenocereus griseus* Haworth) y su aprovechamiento en la elaboración de mermelada. Tesis Profesional. Departamento de Industrias Agrícolas, Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 87 p.
- Díaz C., J.L. 1995. "Conocimiento del manejo, comercialización y utilización de la pitaya (*Stenocereus* sp.) en el municipio de Huetamo, Michoacán". Tesis Profesional. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Facultad de Agrobiología "Presidente Juárez". Uruapan, Michoacán, México. 80 p.
- Echeverri A., C. 1990. *El cultivo de la pitaya*. Instituto de los Recursos Naturales Renovables y del Ambiente. Investigaciones Forestales de Colombia 35: 19.
- Font Quer, P. 1979. *Diccionario de Botánica*. 7ª reimpresión. Editorial Labor, S.A. 1244 p.
- Hebert, G. 1989. *Elaboración artesanal de licores*. Ed. Acribia, S.A. Zaragoza, España.
- Heldman, D.R. 1975. *Food process engineering*. AVI Publ. Co., Westport, CT, pp. 151-198.

- Hessen, A.J. y A.L. Téllez A. 1995. ¡La pitahaya se abre paso! Cultivo exótico con potencial para exportación para las regiones tropicales de América Latina. *Agricultura de las Américas* (marzo-abril). pp. 6, 8 y 10.
- INRA-CEE. 1994. *Guía tecnológica para la producción de pitahaya*. Instituto Nicaragüense de Reforma Agraria, Comunidad Económica Europea. 2ª. Edición Proyecto CEE.ALA 86/30. INRA-INTA-CEE. San Marcos, Carazo, Nicaragua. pp. 9-12.
- Jorge, L. I. F. y V. Ferro e O. 1989. *Aspectos anatómicos e fitoquímicos de Hylocereus undatus* (Haworth) Britton & Rose. Rev. Farm. Bioquím. Univ. S. Paulo 25:123-136.
- Kader, A.A. 1992. "Postharvest biology and technology: An Overview". En: A.A. Kader (ed.) *Postharvest Technology of Horticultural Crops*. Division of Agriculture and Natural Resources. University of California. pp. 15-20.
- Kerbel L., A. 1993. "Pre-cut and minimal processing of fruits and vegetables". En: E. Bósquez M. et al. (eds.). *Memoria de la I Reunión Latinoamericana de Tecnología Postcosecha*. Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa, México, D. F., pp. 185-196.
- Llamas-Llamas, J. 1984. "El cultivo del pitayo en Huajuapán de León Oaxaca". En: *Memoria del Simposio "Aprovechamiento del Pitayo"*. Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco e Instituto Tecnológico Agropecuario de Oaxaca, México, pp. 28-35.
- Mabry T.J. y A.S. Dreiding. 1968. "The betalains". En: R.E. Alston y V. C. Runeckles (eds.). *Recent advances in phytochemistry*. Vol. 1. Appleton Century Croft, N.Y. pp. 146-181.
- Mabry T. J., H. Wyler; I. Parikh, y A. S. Dreiding. 1976. *The conversion of betanin to neobetain derivatives*. Tetrahedron 23: 3111-3127.
- Magaña-Benitez, W.; J. Corrales-García; T. Colinas-León y P. Cruz-Hernández. 1999. *Tipos de empaque y temperaturas de*

- frigoconservación en pitaya (Stenocereus queretaroensis)*. Horticultura Mexicana 7: 426-430.
- Martínez-Gonzalez, J.C. y Cruz-Hernández, J. P. 1995. "Caracterización de frutos de pitaya *S. griceus* H. , en la Mixteca". Rev. Chapingo. Serie Horticultura 1 (4): 77-81.
- McGarvie, D. y P. H. Parolis. 1979a. *The mucilage of Opuntia ficus-indica*. Carbohydrate Research 69: 171-179.
- McGarvie, D. y P. H. Parolis. 1979b. *The mucilage of Opuntia ficus-indica. Part 2. The degraded polysaccharide*. Journal of the Chemical Society, Perkin Transactions 1: 1464-1466.
- McGarvie, D. y P. H. Parolis. 1981. *Methylation analysis of the mucilage of Opuntia ficus-indica*. Carbohydrate Research 88: 305-314.
- Mendieta R., M. y S. del Amo R. 1981. *Catálogo de las plantas medicinales del estado Yucatán*. Instituto Nacional de Investigaciones sobre Recursos Bióticos. Jalapa, Veracruz. Editorial CECSA. México, p. 428.
- Mizrahi, Y., A. Nerd; y P. S. Nobel. 1997. *Cacti as crops*. Hort. Rev. 18: 291-320.
- Nabhan, G.P. 1985. *Gathering the Desert*. Ch. 4. Organ-pipe cactus. Univ. Arizona Press, Tucson. pp. 77-90.
- Nerd, A. y Y. Mizrahi. 1997. *Reproductive biology of cactus fruit crops*. Horticultural Reviews. 18: 321-346.
- _____. 1998. *Fruit development and ripening in yellow pitaya*. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 123 (4): 560-562.
- Nerd, A. y Y. Mizrahi. 1999. *The effect of ripening stage on fruit quality after storage of yellow pitaya*. Postharvest Biology and Technology 15: 99-105.
- Nerd, A.; F. Gutman y Y. Mizrahi. 1999. *Ripening and postharvest behaviour of fruit of two Hylocereus species (Cactaceae)*. Postharvest Biology and Tech. 17: 39-45.

- Nerd, A.; N. Tel-Zur y Y. Mizrahi. 2002. Fruits of vine and columnar cacti. En: P.S. Nobel (ed.) *Cacti. Biology and Uses*. University of California Press. Berkeley, L.A., London, pp. 185-197.
- Ojeda C.; A. J. y M. Barrera L. 1988. "Caracterización química del fruto del pitayo *Stenocereus thurberi* y su potencial de industrialización." Tesis Profesional. Departamento de Ciencias Químicas y Biológicas, Universidad de Sonora. Sonora, México.
- Olaya C., I. 1991. *Frutas de América Tropical y Subtropical, historia y usos*. Editorial Norma S. A., Santa Fé de Bogotá, Colombia, pp. 112-113.
- Ortiz H., Y.; G. Martínez G.; y R. Pérez P. 1993. "Hylocereus, género con potencial ornamental y frutícola en Oaxaca". En: de la Cruz et al. (eds.). *Memoria del Primer Simposio Nacional sobre Plantas Nativas de México con Potencial Ornamental*. 1992. AMEHOAC-UPAEP. Puebla, México. pp. 174-176.
- Ortiz H., Y.; M. Libera M.; y L. Tirado T. 1994. "El cultivo de la pitahaya (*Hylocereus* spp.) y sus perspectivas en México". En: A. Villegas M. et al. (eds.). *Memoria de la Primera Reunión Internacional y Segunda Reunión Nacional sobre Frutales Nativos e Introducidos con Demanda Nacional e Internacional*. Montecillo, Edo. de México, México. pp. 111-122.
- Ortiz H., Y.D. 1999. *Pitahaya: a new crop for México*. Ed. Limusa-Grupo Noriega Editores. México, D.F. 124 p.
- Paczka, A. 1934. Manual práctico de la conservación y aprovechamiento de productos alimenticios. México.
- Paulsen, B. S., y P. S. Lund. 1979. "Water-soluble polysaccharides of *Opuntia ficus-indica* cv. «Burbank's spineless»". *Phytochemistry* 18: 569-571.
- Pertz, G.A. 1994. "El potencial industrial de la pitahaya roja (*H. undatus*)". En: J. Hessen et al. (eds.). *Memoria del Primer Encuentro Nacional del Cultivo de Pitahaya*. San Marcos Carazo, Nicaragua. Instituto Nicaragüense de Tecnología Agrícola, Pro-

- yecto CEE-ALA 86/30 y Asociación de Productores y Exportadores No-Tradicionales. pp. 184-196.
- Pimienta-Barrios, E. y P. S. Nobel. 1994. "Pitaya (*Stenocereus* spp., *Cactaceae*): An ancient and modern fruit crop of México". *Econ. Botany* 48: 76-83.
- Piña-Luján, I. 1977. Pitayas y otras cactáceas afines del estado de Oaxaca. *Cact. Suc. Mex.* 22 (1): 3-13.
- Rebollar A., A.; J. Romero P.; P. Cruz H. y H. Zepeda C. 1997. *El cultivo de pitaya (Stenocereus spp.), una alternativa para el trópico seco del estado de Michoacán*. Centro Regional Universitario Centro Occidente. Dirección de Centros Regionales, Universidad Autónoma Chapingo. México, pp. 57-59.
- Restrepo, P. y P. Vidal A. 1989. "Caracterización química y determinación de la toxicidad aguda oral, en ratones, de la parte comestible de la pitaya amarilla". Tesis Profesional. Universidad Nacional, Bogotá, Colombia, 17 p.
- Rodríguez C., A.; J.C. García A.; M. G. González S.; C. Jiménez R.; M. C. Moreno G.; L. J. Pallares H.; V. Ramírez L.; L. Rosas M., R. Rueda R.; E. Trejo T.; S. Velazco G., y E. Zárate E. 1993. *El cultivo de la pitahaya en Yucatán*. Universidad Autónoma de Chapingo-Gobierno del estado de Yucatán. D. Talleres Gráficos del sudeste, S. A. de C. V. Mérida, Yucatán, México. 53 p.
- Rodríguez C., A. 2000. *Pitahayas, estado mundial de su cultivo y comercialización*. Fundación Yucatán PRODUCE, AC.- Universidad Autónoma Chapingo. México. 153 p.
- Sáenz, C.; M. Vásquez; S. Trumper y C. Fluxá. 1992. "Extracción y composición química de mucílago de tuna (*Opuntia ficus indica*)". En: *Actas: II Congreso Internacional de la tuna y cochinilla*. Santiago, Chile, pp. 93-96.
- Sáenz-Hernández, C., J. Corrales-García, y G. Aquino-Pérez. 2002. "Nopalitos, mucilage, fiber, and cochineal". En: P.S. Nobel

- (ed.). Cacti. *Biology and Uses*. University of California Press. Berkeley, L.A., London. pp. 211-234.
- Salcedo P., E. y H.J. Arreola. 1991. "El cultivo de la pitaya en Tlachaluta". *Cac. Suc. Mex.* 36 (4): 84-90.
- Sánchez-Mejorada, R. H. 1984. "Origen, taxonomía y distribución de las pitayas en México". *Memoria del Simposio "Aprovechamiento del Pitayo"*. Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco e Instituto Tecnológico Agropecuario de Oaxaca. México. pp. 6-21.
- Stubbert, K. y C. Mójica. 1997. "Mercado de la pitahaya". En: *Nicaragua for Export. (marzo)*. Managua, Nicaragua, APENN. pp. 8-11.
- Tapia S., A. E. 1984. "Consideraciones prácticas sobre el cultivo de la pitaya". *Memoria del Simposio Aprovechamiento del Pitayo*. Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco e Instituto Tecnológico Agropecuario de Oaxaca. México. pp. 22-27.
- Trachtenberg, S. y A.M. Mayer. 1981. *Composition and properties of Opuntia ficus-indica mucilage*. *Phytochemistry* 20: 2665-2668.
- Vargas C., A. y J. Corrales. 2000. "Avances en la formulación y caracterización (física, química y sensorial) de licor de pitaya (*Stenocereus queretaroensis*)". En: E. Pimienta-Barrios *et al.* (Comps.). *Resúmenes del Simposio Internacional sobre el Cultivo y Aprovechamiento de la Pitaya (Stenocereus) y la Pitahaya (Hylocereus y Selenicereus)*. Universidad de Guadalajara, México. p. 37.
- Varnam, A.H. y J.P. Sutherland. 1997. *Bebidas. Tecnología, química y microbiología*. Ed. Acribia, S.A., Zaragoza, España.
- Vidal C., G.M. y J. Abello S. 1999. "Metodología para la aplicación del tratamiento de vapor caliente en pitaya (*Selenicereus megalanthus* Haw) contra la mosca del mediterráneo". En: C. Saucedo y R. Báez (eds.). *Requerimientos de tratamientos cuarentenarios en frutas tropicales y subtropicales*. Programa

CARACTERIZACIÓN, POSCOSECHA, APROVECHAMIENTO...

Iberoamericano de Ciencia Tecnológica para el desarrollo (CY-TED)- CONACYT, Proyecto XI.10. pp. 73-81.

Wiley, R. C. (ed.). 1994. *Minimally processed refrigerated fruits and vegetables*. Chapman & Hall. Nueva York, 368 p.

Zagory, D. y W. C. Hurst (eds.). 1996. *Food Safety Guidelines for the Fresh-cut Produce Industry*. 3rd ed. International Fresh-cut Produce Association, Arlington, VA. 125 p.

Pitayas y pitahayas.

Producción, poscosecha, industrialización y comercialización

Se terminó de imprimir en noviembre de 2003

en la Imprenta Universitaria

Tiraje: 1000 ejemplares.

Corrección de estilo: Salvador Bravo Gonzalez

Diseño de portada y formación: Gloria Villa H.

Ilustración de portada:

Pitayas y pitahayas. 2000. Fotografía a color digitalizada. Fue tomada por el investigador yucateco Adolfo Rodríguez Canto (Maxcanú, 1959), con el propósito de ilustrar frutas de dos plantas cactáceas bastante diferentes, pero cuyos nombres generalmente son causa de confusión. En la imagen se muestra pitayas y pitahayas del estado de Puebla.