

ARTICULOS DE REVISION

BIOLOGÍA Y MANEJO POSTCOSECHA DE PITAHAYA ROJA Y AMARILLA (*Hylocereus* spp., y *Selenicereus* spp)

MSc. Jorge Ulises Díaz B.

Docente-Investigador del Departamento de Protección Agrícola y Forestal, Facultad de Agronomía, Universidad Nacional Agraria. Email: ulises.diaz.blandon@una.edu.ni



RESUMEN

Las palabras pitahaya y pitaya se derivan del Taino, una lengua de los pueblos indígenas de los países caribeños y ambas significan fruta escamosa. Los frutos de pitahaya crecen sobre un cactus tropical de forma columnar que pertenece a los géneros *Stenocereus* y *Pachycereus*. Por otro lado, los frutos de pitahaya crecen sobre un cactus tropical trepador que pertenece a los géneros *Hylocereus* y *Selenicereus*. En esta reseña se hará referencia a la biología y manejo postcosecha de los frutos de pitahaya que crecen en cactus de hábito trepador. La pitahaya amarilla (*Selenicereus megalanthus*) se cultiva en Colombia, Ecuador e Israel. La pitahaya roja, especialmente *Hylocereus undatus*, es cultivada en 19 países. Los principales países productores de pitahaya son en este orden Vietnam, Colombia, Nicaragua, México e Israel. Los frutos de pitahaya son una buena fuente de minerales, glucosa, fructosa, fibra dietética y vitaminas. La pitahaya es un fruto no climatérico, con tasas de producción de etileno de 0.025 a 0.091 $\mu\text{L}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{hr}^{-1}$. Los índices de cosecha incluyen: cambio de color de la cáscara, contenido de sólidos solubles, acidez titulable y días después de la floración (mínimo 28 días y máximo 35 días). El daño por congelamiento, daños mecánicos y la pérdida de agua, son los tres principales desórdenes fisiológicos postcosecha que se presentan en los frutos de pitahaya. Se recomienda almacenar los frutos de pitahaya a 7-12°C y 85-90% de humedad relativa. Se necesita más información acerca de la manipulación de la planta de tal manera que florezca durante todo el año, y no solamente unas cuantas veces, para satisfacer la demanda nacional y los mercados internacionales.

ABSTRACT

Pitahaya and pitaya are words coming from Taino, language of the indigenous people of Caribbean countries and both words mean scaly fruits. Pitaya fruits grow on tropical columnar cacti belonging to *Stenocereus* and *Pachycereus* genera. On the other hand, pitahaya fruits grow on a tropical climbing cacti belonging to *Hylocereus* and *Selenicereus* genera. This review will deal with the climbing cacti, that is, with the pitahaya fruits. The yellow variety of pitahaya (*Selenicereus megalanthus*) is grown in Colombia, Ecuador and Israel. The red pitahaya, especially *Hylocereus undatus*, is grown in around 19 countries. The main pitahaya producing countries are Vietnam, Colombia, Nicaragua, Mexico and Israel. Pitahaya fruits are a good source of minerals, glucose, fructose, dietary fiber, and vitamins. Pitahaya is non-climacteric, with ethylene production rates of 0.025 to 0.091 $\mu\text{L}/\text{kg}/\text{h}$. Harvest indicator variables include: color, SSC, TA and days-from-flowering (minimum 28 days and 35 maximum). Chilling injury, mechanical injury and water loss are the three major post harvest disorders. Pitahaya fruits are stored at 7 to 12°C and 85-90% relative humidity. More information on manipulation of the plant so that it flowering throughout the season, rather than in two or three stations, to satisfy need for continual fruit production for local and international markets is needed.

Las palabras pitahaya y pitaya se derivan del "Taino", una lengua de los pueblos indígenas de los países caribeños y ambas significan fruta escamosa. Los frutos de pitahaya crecen sobre un cactus tropical de forma columnar que pertenece a los géneros *Stenocereus* y *Pachycereus*. Los frutos de pitahaya crecen sobre un

cactus tropical trepador que pertenece a los géneros *Hylocereus* y *Selenicereus* (Rodríguez, 2000a). En esta reseña se hará referencia a la biología y manejo postcosecha de los frutos de pitahaya que crecen en cactus de hábito trepador.

La pitahaya, una fruta exótica de la familia de las cactáceas, tiene una larga historia de uso en el hemisferio occidental donde es una especie nativa. Se ha mencionado como una fruta popular Azteca en documentos históricos del Siglo XIII. La fruta de pitahaya fue disfrutada enormemente por los conquistadores españoles. Actualmente, la pitahaya es cultivada, en gran parte, por pequeños productores del Sur de México y los países de América Central. Colombia, en América del Sur, ha llegado a ser uno de los grandes productores de esta cultivo. Asimismo, se ha difundido la producción y consumo de esta fruta en otras partes del mundo. Por ejemplo, en Vietnam, la pitahaya es conocida como fruta dragón, y recientemente, los israelíes han comenzado a cultivar, de forma experimental, el cultivo de pitahaya en el Desierto de Negev. Otros países que cultivan pitahaya son Hong Kong, Italia, Taiwán (Jacobs, 1999; Obregón, 1996; y Rodríguez, 2000b).

La pitahaya amarilla (*Selenicereus megalanthus*) se cultiva en Colombia, Ecuador e Israel. La pitahaya roja (*Hylocereus* spp) se cultiva en Nicaragua, Guatemala, Vietnam, Taiwán, Tailandia, Camboya, Filipinas, México, Israel y El Salvador (Corrales, 2002; Nerd et al, 2002). La pitahaya roja producida en Nicaragua y Guatemala ha mostrado un mayor atractivo de mercado en Europa y más recientemente en los Estados Unidos. La pitahaya roja tiene un atractivo tono rojo brillante tanto en el exterior como en el interior (la pulpa) de la fruta. La fruta, promediando una libra de peso, es consumida en Europa principalmente en estado fresco. Actualmente, el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos impide la importación de frutos frescos de pitahaya (se cree que es hospedera de moscas de la fruta), pero permite el embarque de pulpa congelada de esta fruta. Se anticipa que el Departamento de Agricultura y el Servicio de Inspección de Salud Animal y Vegetal levanten la cuarentena sobre la fruta fresca (Obregón, 1996). Los principales países productores de pitahaya son en este orden Vietnam, Colombia, Nicaragua, México e Israel (Le, et al, 2002; Rodríguez, 2000b). (Tabla 1).

Tabla 1. Producción mundial de pitahaya (áreas y volúmenes). 1999-2002

País	Area (Ha)	Producción total (ton)	Exportación (ton)
Vietnam	4500	70000	15000
Colombia	600	6000	600
Nicaragua	560	5600	560
Mexico	265	2650	265
Israel	20	200	200
Total	5945	84450	16625

Aparte de su sabor único, apariencia y coloración fluorescente, la pitahaya posee otros atributos importantes. En los países productores, la fruta es usada para elaborar dulces, jugos y mermeladas. La pulpa es usada para fabricar bebidas alcohólicas. Se le atribuyen propiedades medicinales, por lo cual se recomienda para aliviar desde problemas estomacales comunes, hasta para diabéticos y personas que padecen problemas endocrinos (Obregón, 1996).

En el Continente Americano, la pitahaya se encuentra entre los 10° Latitud Sur y 25° Latitud Norte. Se encuentra más ampliamente distribuida en altitudes que oscilan desde los 0 hasta los 2,000 metros sobre el nivel del mar (msnm). Los países que tienen el mayor número de especies son: México, 12; Colombia, 8; Guatemala y Panamá, 6; Costa Rica, 5; Venezuela, 4; y Nicaragua, Cuba, República Dominicana y Martinica (Britton and Rose, 1963; Rodríguez, 2000a). La especie de pitahaya más ampliamente cultivada es *Hylocereus unda-*

tus. Actualmente esta especie se cultiva para obtener fruta fresca en Australia, Camboya, Colombia, Ecuador, Guatemala, Indonesia, Israel, Japón, Laos, México, Nueva Zelanda, Nicaragua, Perú, Filipinas, España, Taiwán, Tailandia, el suroeste de los Estados Unidos y Vietnam (Mizrahi and Nerd, 1999; Nerd et al., 2002; Nobel and Barrera 2002b; Obregón, 1996).

Características morfológicas. Los frutos de pitahaya son producidos en un cactus segmentado de hábito trepador. Estas plantas además de contar con raíces ancladas en el suelo, también desarrollan raíces adventicias a lo largo de los tallos, las cuales atan las vainas (estructuras que funcionan como tallos) a soportes naturales y le ayudan a la planta a la absorción de agua. La pitahaya se cultiva exitosamente en el campo en los países tropicales (Barbeau, 1986; Cacioppo, 1990; Jacobs, 1999; Mizrahi et al 1997), pero debe ser protegida de la intensa radiación solar y temperaturas frías cuando se cultiva bajo condiciones subtropicales, tales como las que prevalecen en Israel (Mizrahi, 1997; Raveh et al, 1998). Las especies de pitahaya que son más tolerantes a la luz son *Hylocereus polyrhizus* e *Hylocereus costaricensis*, lo cual se debe probablemente a sus características únicas de la piel, la cual es gruesa y tiene una cubierta cerosa (Mizrahi and Nerd, 1999).

Las flores son nocturnas y se abren sólo una vez. Todas las especies, a excepción de *Selenicereus megalanthus*, son auto-incompatibles y requieren de polinización cruzada. En América Central se sabe que murciélagos y mariposas nocturnas (polillas) visitan las flores de *Hylocereus* y *Selenicereus* (Barbeau, 1986; Cacioppo, 1990; Haber, 1983). En países como Israel, debido a la falta de polinizadores naturales, se realiza polinización manual con el fin de obtener frutos, lo cual incrementa significativamente los costos de mano de obra para los productores. Los frutos se desarrollan tanto del ovario (pulpa), como del receptáculo que rodea al ovario (cáscara). El peso del fruto se correlaciona con el número de semillas (Nerd and Mizrahi, 1997; Weis et al, 1994), y con una polinización apropiada, el peso de los frutos de *Hylocereus* pueden alcanzar alrededor de 800 g, y los frutos de *Selenicereus megalanthus*, alrededor de 350 g (Mizrahi and Nerd, 1999).

La pitahaya florece en varias ocasiones durante la estación lluviosa en las áreas tropicales (Arcadio, 1986; Barbeau, 1990 y Cacioppo, 1990). En Israel, *Hylocereus* spp., tiende a florecer en el verano, mientras que *S. megalanthus* tiende a florecer en el otoño cuando disminuyen las temperaturas, lo cual indica que probablemente las altas temperaturas del verano inhiben la floración de *S. megalanthus* (Weis et al, 1994).

El tiempo comprendido entre la floración y la maduración es de alrededor de 30 días para las especies de *Hylocereus* y para *Selenicereus megalanthus* es de 90 y 180 días para flores tempranas (finales de Septiembre) y flores tardías (finales de Noviembre), respectivamente (Nerd and Mizrahi, 1998).

Esto significa que frutos maduros de las especies de *Hylocereus* pueden estar listos para ser comercializados a partir de finales de Mayo hasta inicios de Enero, mientras que los frutos de *S. megalanthus* están disponibles a partir de Enero hasta mediados de Mayo (Mizrahi and Nerd, 1999). Los frutos de *Hylocereus* son bayas de tamaño medio a grande y se caracterizan por poseer una cáscara roja con escamas grandes y una pulpa, cuyo color varía de blanco a rojo-púrpura. Los frutos de *Selenicereus* son bayas oblongas de tamaño medio, su cáscara es de color amarillo con espinas y la pulpa es blanca (Britton and Rose, 1963; Kimnach, 1984; Seaton, 1991). La pulpa de ambas especies es delicada y contiene numerosas y pequeñas semillas negras comestibles (Mizrahi, et al, 1996; Nerd and Mizrahi, 1997; Raveh et al, 1998).

Composición química. Los frutos de pitahaya son una buena fuente de minerales, glucosa, fructosa, fibra dietética y vitaminas. Los azúcares que predominan en los frutos son glucosa y fructosa, con pequeñas cantidades de sacarosa (Wu and Chen, 1997). En la Tabla 2 se especifican los parámetros utilizados en el análisis de la composición del endocarpio de tres especies de pitahaya (Corrales, 2002; Le, 2002; Le et al, 2000a; Obregón, 1996; OIRSA, 1999; Rodríguez, 2000a; Rodríguez, 2000b; Wu and Chen, 1997). El contenido de Vitamina C se encuentra a niveles no significativos desde el punto

de vista nutricional. La fruta de pitahaya tiene un valor energético más bajo que el banano, o nanjea (jackfruit), pero igual que el durión (durian), mango y piña. Sin embargo, su contenido de carbohidratos es más bajo que cualquiera de los frutos anteriormente mencionados. Algunos otros minerales, tales como hierro, zinc, sodio, magnesio son superiores a los encontrados en otros frutos. En particular, la pitahaya roja con pulpa blanca es rica en potasio, siendo superada por el contenido de este mineral, únicamente por el banano y la nanjea (Le et al, 2000a) (Tabla 3).

Tabla 2. Composición química de tres especies de pitahaya, *Selenicereus megalanthus* (pitahaya amarilla), *Hylocereus polyrhizus* (pitahaya roja con pulpa roja) e *Hylocereus undatus* (pitahaya roja con pulpa blanca)

Análisis	Unidad	Pitahaya amarilla	Pitahaya roja con pulpa roja	Pitahaya roja con pulpa blanca
Refracción	°Brix	19	12	10.6
pH	-	nd ^a	3.7	5.4
Materia seca	% (m/m)	nd	13.8-15.1	12.5
Humedad	% (m/m)	85.35	86	87.5
Lípidos	Q% (m/m)	0.21	0.4	0.9
Proteínas	Q% (m/m)	0.4	1.4-1.5	1.2
Carbohidratos	Q% (m/m)	9.91	13.2	8.3
Fibra cruda	Q% (m/m)	0.7	0.6	1.2
Fructosa	% (m/m)	nd	1.4-1.8	nd
Glucosa	% (m/m)	nd	3.9-5.5	nd
Sacarosa	% (m/m)	nd	< 0.1	nd
Cenizas	Q% (m/m)	0.5	0.7	0.9
Fósforo (P)	mg/100g	30.2	220-230	nd
Potasio	mg/100g	74.88	2.4	272.6
Magnesio	mg/100g	11.43	nd	36.6
Sodio	mg/100g	nd	< 50	nd
Calcio	mg/100g	3.47	50-57	7.5
Hierro	mg/100g	0.55	11.5-14.0	nd
Colesterol	mg/100g	nd	1.7-6.8	nd
Vitamina A	UI/100g	0	Trazas	7,400.8
Vitamina C	mg/100g	8	0.5	0
Vitamina B1	mg/100g	nd	9.6-13.0	nd
Vitamina B2	ug/100g	nd	25-28	nd
Ácidos grasos				
Saturados	% (m/m)	nd	0.3	nd
Insaturados	% (m/m)	nd	0.7	nd

^and = no determinado

Tabla 3. Comparación de la composición de algunos frutos tropicales.

Componentes	Mangostán	Banano	Durión	Nanjea	Mango	Piña	Pitahaya
Humedad (%)	83.4	75.7	81.1	72.0	81.7	85.3	85.3
Energía (kcal)	57.0	85.0	67.0	98.0	66.0	58.0	67.7
Proteínas (g)	0.5	1.1	2.2	1.3	0.7	0.3	1.1
Grasas (g)	0.3	0.2	0.8	0.3	0.4	0.2	0.57
Carbohidratos (g)	14.7	22.2	14.8	25.4	16.8	13.7	11.2
Fibra (g)	5.0	0.5	1.6	1.0	0.9	0.4	1.34
Calcio (mg)	10.0	3.0	8.0	22.0	10.0	17.0	10.2
Fósforo (mg)	10.0	18.0	38.0	38.0	13.0	8.0	27.5
Sodio (mg)	1.0	1.0	-	2.0	7.0	1.0	8.9
Magnesio (mg)	-	21.8	-	-	8.8	13.0	38.9
Potasio (mg)	135.0	398.0	-	407.0	189.0	146.0	272.0
Hierro (mg)	0.5	0.10	0.7	-	0.40	0.5	3.37
Zinc (mg)	-	0.20	-	-	0	0.21	0.35

Modificado de Le *et al.* (2000a).

Fisiología postcosecha. La pitahaya es un fruto no climatérico, con tasas de producción de etileno de 0.025 a 0.091 $\mu\text{L}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{hr}^{-1}$ (Nerd, *et al.*, 1999). El tratamiento con etileno en los frutos de pitahaya no induce el desarrollo de color (Le *et al.*, 2000b). La máxima tasa de respiración se presenta en etapas tempranas del crecimiento del fruto (a los 19 días después de la floración) y disminuye conforme el fruto madura (Le *et al.*, 2002; Nerd *et al.*, 1999). La tasa de respiración para frutos maduros es de 95 a 144 $\text{mg CO}_2\text{ kg}^{-1}\cdot\text{hr}^{-1}$ a 20°C (Nerd *et al.*, 1999) y de 75 a 100 $\text{mg CO}_2\text{ kg}^{-1}\cdot\text{hr}^{-1}$ a 23°C (Le *et al.*, 2000a). Por lo tanto, los frutos deberían ser cosechados cuando han madurado y alcanzado un buen sabor (Le *et al.*, 2002).

Durante los primeros estadios de desarrollo del fruto ocurre la síntesis de ácidos orgánicos y un rápido incremento de los sólidos solubles totales. El color de la piel comienza a cambiar a los 25-30 días a partir de la floración en especies de pitahaya roja, tales como *H. undatus* e *H. polyrhizus*. Al mismo tiempo, la firmeza de la pulpa se aproxima a un mínimo y la calidad comestible alcanza su punto más alto a los 28-37 días después de la floración (Le *et al.*, 2002; Nerd *et al.*, 1999). Los frutos pueden ser cosechados a partir de los 25 hasta los 45 días después del inicio de la floración; para *H. polyrhizus* se recomienda que la cosecha inicie a los 32-35 días después de la floración (Nerd *et al.*, 1999), mientras que para *H. undatus* se recomienda que la cosecha se inicie a los 28-30 días después de la floración (Le *et al.*, 2002). El color de la pulpa de las diferentes especies puede variar desde blanco, pasando por varios tonos de rojo hasta un rojo muy oscuro. Conforme la fruta madura, la acidez alcanza su pico justamente cuando se presenta el cambio de color de la cáscara (piel), disminuyendo a los 25-30 días después de la floración. En esta etapa, el contenido de sólidos solubles se incrementa a alrededor del 14% (Nguyen *et al.*, 2000a; Nerd *et al.*, 1999).

Índices de madurez y de calidad. Un índice común de madurez es el cambio del color de la cáscara (piel) hasta alcanzar el color rojo total. Los índices de cosecha incluyen: cambio de color de la cáscara, contenido de sólidos solubles, acidez titulable y días después de la floración (mínimo 28 días y máximo 35 días) (Le *et al.*, 2002; Nerd *et al.*, 1999). Los consumidores generalmente prefieren los frutos de pitahaya que no sean muy dulces. El tiempo de cosecha apropiado para fines de exportación debería estar basado en la pro-

porción sólidos solubles totales/acidez titulable (SST/AT), ya que da la mejor indicación del sabor del fruto de pitahaya. Para los frutos de pitahaya, la proporción ideal de SST/AT es 40. En frutos de *H. undatus*, esta proporción se alcanza a los 31 días después de la floración, teniendo la opción de cosechar más temprano de los 31 días si se desea consumir más ácida o más tarde de los 31 días si se desea consumir más dulce. El tiempo de cosecha debería estar determinado por el ablandamiento de los frutos. Si los frutos están muy blandos (firmeza <0.91 kg de fuerza), la manipulación y el transporte se vuelve difícil. Asimismo, es probable que se presenten daños mayores y se incrementen las pérdidas de mercado. La aplicación de GA₃, -NAA y -NAA, en dosis de 8, 150 y 400 ppm, respectivamente, 11 días después de la floración, puede incrementar el peso del fruto alrededor del 10% y mejorar los SST, la firmeza de la pulpa y de las brácteas y el grosor de la cáscara (piel) (Le *et al.*, 2002).

Los frutos para exportación deben estar bien formados, el color rojo debe ser uniforme sobre toda la superficie del fruto, las brácteas deben ser firmes, verdes en las puntas y los lados, y la pulpa blanca o roja, dependiendo de la especie, debe ser firme. Además, los frutos deben estar libres de pudriciones (daño fungoso) y defectos, tales como manchas verdes, daño por insectos, grietas en la cáscara, cortes y pinchazos, materias extrañas y magulladuras (Le *et al.*, 2002; OIRSA, 1999; Rodríguez, 2000b).

REQUERIMIENTOS AMBIENTALES

a) Condiciones óptimas de almacenamiento. Los frutos de pitahaya son sensibles al daño por congelamiento (Mizrahi and Nerd, 1999). La temperatura de almacenamiento que se recomienda para *H. undatus* e *H. polyrhizus* es 10°C, ya que 6°C puede inducir daño por congelamiento (Nerd, *et al.*, 1999). Para la pitahaya amarilla, *Selenicereus megalanthus* (Nerd and Mizrahi, 1999), se ha recomendado una temperatura de 6°C, lo cual concuerda con su temperatura mínima de crecimiento que es de 7°C (Nerd and Mizrahi, 1998). Los frutos de *H. undatus* tienen una vida de almacenamiento de alrededor de 14 días a 10°C y 90% de humedad relativa, pero la vida de almacenamiento se puede extender hasta 17 días, si los frutos son cosechados a los 30-35 días a partir de la floración y son mantenidos a 5°C y 90% de humedad relativa (Nguyen *et al.*, 2000a). Sin embargo, temperaturas de 5°C pueden conducir a daños por congelamiento una vez que los

frutos sean puestos a 20°C, lo cual se comprueba por el deterioro de la cáscara y la pulpa, y el mal sabor (Nerd *et al.*, 1999). Por lo tanto, es mejor recomendar una temperatura de almacenamiento de 10°C para un máximo de 14 días de vida de anaquel (Paull, 2002).

b) Atmosferas controladas. No existen datos disponibles acerca del uso de atmósferas controladas para alargar la vida poscosecha de la pitahaya. En un estudio llevado a cabo en Vietnam, se tomaron frutos de pitahaya cosechados a los 28-30 días después de la floración y se almacenaron en un empaque de atmósfera modificada con una tasa de transmisión de O₂ de 4 L.m⁻².h⁻¹ a una temperatura de 10°C y se compararon con controles almacenados a la misma temperatura, pero sin empaque de atmósfera modificada. Los frutos se mantuvieron por 35 días en el empaque de atmósfera modificada, mientras que los controles tuvieron una vida de almacenamiento de 14 días. También se comprobó que el retardo en la cosecha hasta los 41 días después de la floración, puede conducir a una disminución de la vida de anaquel hasta en 21 días, aun cuando los frutos sean almacenados en empaque de atmósfera modificada (Le *et al.*, 2000b; Le *et al.*, 2002).

Desórdenes fisiológicos. El daño por congelamiento, daños mecánicos y la pérdida de agua, son los tres principales desórdenes fisiológicos poscosecha que se presentan en los frutos de pitahaya. Los daños mecánicos conducen al desarrollo de áreas hundidas. Cuanto más maduro estén los frutos, más susceptibles son a los daños mecánicos. El agrietamiento de los frutos es un problema que se presenta cuando los frutos han sido cosechados más allá de los 35 días después de la floración, que han estado expuestos a lluvias frecuentes o a un riego excesivo durante la maduración (Le *et al.*, 2000a). Los síntomas de daño por congelamiento incluyen translucencia de la pulpa, ablandamiento, marchitamiento, oscurecimiento de las escamas, empardecimiento de la pulpa exterior y mal sabor. Estos síntomas se desarrollan rápidamente en frutos de *H. undatus* e *H. polyrhizus* mantenidos primeramente a 6°C por dos semanas y luego transferidos a 20°C (Nerd *et al.*, 1999). Los frutos cosechados a los 25 días a partir de la floración son más sensibles al daño por congelamiento (7 días, a 6°C), mientras que la sensibilidad se reduce significativamente cuando los frutos son cosechados a los 30-35 días a partir de la floración (17 días, a 6°C) (Paull, 2002).

Descomposición patológica. Las enfermedades poscosecha de la pitahaya se asocian con *Fusarium lateritium*, *Aspergillus niger*, y *Aspergillus flavus* (Le *et al.*, 2000a). En América Central se han reportado daños por antracnosis en el período de pre-cosecha y poscosecha (OIRSA, 2000).

SISTEMA DE MANIPULACIÓN POSCOSECHA

a) Cosecha. Los frutos de pitahaya se cosechan cortándolos con tijeras de podar, se colocan en cajas de plástico, y se transfieren a la mayor brevedad posible a un cuarto frío (10-15°C) para remover el calor de campo, y de esta manera retardar el proceso de maduración y ablandamiento (Rodríguez, 2000b).

b) Clasificación. Los frutos de pitahaya generalmente son clasificados por tamaño y color. La categorías de tamaño sugeridas para Vietnam son: extra grande (>500g), grande (>380-500g), regular (>300-380) (Ngu, 2002); para Nicaragua, Grupo 1 (>200-400g), Grupo 2 (>410-500g) (OIRSA, 1999, Rodríguez, 2000b); para México, >300-550 (Rodríguez, 2000a).

c) Empaque. Antes del empaque, los frutos son desinfectados al sumergirlos en agua con cloro a una concentración de 100 ppm. Después de esto, los frutos son encerados y secados²³. Los frutos de pitahaya exportados de Colombia, Israel, México y Nicaragua hacia Europa y Japón son empacados en cajas de cartón de fibra corrugada de 4 kg (8.8 libras) en números de 6, 8, 10, 12, 14 o 16 frutos dependiendo del peso de cada fruto (OIRSA, 1999; Pauli, 2002; Rodríguez, 2000a; Rodríguez, 2000b).

d) Almacenamiento. Se recomienda almacenar los frutos de pitahaya a 7-12°C y 85-90% de humedad relativa. Bajo estas condiciones, la vida de anaquel puede extenderse 22-25 días a partir de la cosecha hasta el consumo (OIRSA, 1999; Rodríguez, 2000b).

e) Procesamiento de la pulpa. Al igual que los frutos de exportación, los frutos destinados para la preparación de pulpa, son pesados, lavados y desinfectados. La pulpa extraída se pone en bolsas plásticas de polipropileno, las cuales se sellan adecuadamente y congelan a -40°C por 8-12 horas. Seguidamente, la pulpa se almacena a -18°C donde puede permanecer por hasta 2 años (Rodríguez, 2000b).

f) Aspectos cuarentenarios. Para controlar a la mosca del mediterráneo (*Ceratitis capitata*) y la mosca sudamericana de la fruta (*Anastrepha fraterculus*) en frutos de pitahaya amarilla (*Selenicereus megalanthus*), se ha investigado el efecto de un tratamiento de vapor caliente en Colombia. En base a esta investigación se concluyó que, el tratamiento más efectivo para controlar todos los estadios inmaduros de la mosca del mediterráneo fue 46°C, 95% de humedad relativa, por 20 minutos. Por otro lado, para controlar a la mosca sudamericana es suficiente que el centro de la fruta alcance los 46°C, a 95% de humedad relativa, en el tiempo más corto posible (Vidal y Abello, 1999).

NECESIDAD DE FUTURAS INVESTIGACIONES

Efecto de los tratamientos cuarentenarios con calor sobre la calidad del sabor y la vida de anaquel.

Manipulación de la planta de tal manera que florezca durante todo el año, y no solamente unas cuantas veces, para satisfacer la demanda nacional y los mercados internacionales.

Acumular más información sobre la composición química de las diferentes especies y sus posibles beneficios sobre la salud humana.

Investigar más detalladamente el efecto de los reguladores del crecimiento (GA₃, α-NAA, β-NAA) sobre la calidad de la fruta.

Se desconocen las bases fisiológicas relacionadas a los procesos de maduración, ablandamiento y las reacciones enzimáticas que intervienen.

LITERATURA CITADA

- BARBEAU, G. 1990. La pitahaya rouge, un nouveau fruit exotique. *Fruits* 45: 141-147.
- BRITTON, N.L., AND ROSE, J.N. 1963. The Cactaceae. Vol. I and II. Dover Publications, New York.
- CACIOPPO, O.G. 1990. Pitaya: una de las mejores frutas producida por Colombia. *Informativo Agroeconómico*. Febrero: 15-19.
- CORRALES GARCIA, J. 2002. Caracterización, poscosecha, aprovechamiento e industrialización de pitayas y pitahayas. México, Universidad Autónoma Chapingo. CIESTAAM. Reporte de Investigación No. 65. 38 p.
- HABER, W.A. 1983. *Hylocereus costaricensis* (pitahaya silvestre, wil pitahaya). In *Costa Rican Natural History*. Janjen, D.H. (ed). University of Chicago Press, Chicago. pp. 252-253.
- JACOBS, D. 1999. Pitaya (*Hylocereus undatus*), a new potential crop for Australia. *Australian New Crops Newsletter* Issue No. 11. Last updated: June 6, 1999. Visited date: April 28, 2003. <http://www.newcrops.uq.edu.au/newslett/ncn11163.htm>
- KIMNACH, M. 1984. *Hylocereus esculintensis*, a new species from Guatemala. *Cactus Succulent J. (Amer.)* 56: 177-180.
- LE, V.T. 2002. Current status of the Vietnamese rural economy and measures for its vitalization and improving farmers' income. Proceedings of the 9th Japan International Research Center for Agricultural Sciences (JIRCAS) International Symposium, Tsukuba, 16-17 October 2002. p. 42-48. Last updated: October 2002. Visited date: May 29, 2003. <http://ss.jircas.affrc.go.jp/kanko/sympo/sympo9/>
- LE, V.T., NGUYEN, N., NGUYEN, D.D., DANG, K.T., NGUYEN, T.N.C., DANG, M.V.H., CHAU, N.H., AND TRINK, N.L. 2000a. Quality assurance system for dragon fruit. *ACIAR Proceedings* 100: 101-114.
- LE, V.T., NGUYEN, D., NGUYEN, N., DANG, K.T., NGUYEN, T.N.C., DANG, M.V.H., CHAU, N.H., AND N.L. TRINK, N.L. 2000b. The effects of harvesting time, use of plant growth regulators and modified atmosphere packages on storage-life and the quality of dragon fruit grown in Vietnam. *International Symposium on Tropical and Subtropical Fruits*, Cairns, Australia.
- LE, V.T., NGU, N., DUC, N.D., HUONG, H.T.T. 2002. Dragon fruit quality and storage life: effect of harvesting time, use of plant growth regulators and modified atmosphere packaging. *Acta Horticulturae* 575: 611-621.
- MIZRAHI, Y., AND NERD, A. 1999. Climbing and columnar cacti: new arid land fruit crops. In *Perspectives on new crops and new uses*. Janick, J. (ed). ASHS Press, Alexandria, VA. pp. 358-366. <http://www.hort.purdue.edu/newcrop/proceedings1999/v4-358.html>.
- MIZRAHI, Y., NERD, A., AND NOBEL, P.S. 1997. Cacti as crops. *Horticultural Reviews* 18: 291-320.
- NERD, A., AND MIZRAHI, Y. 1997. Reproductive biology of cactus fruit crops. *Horticultural Reviews* 18: 321-346.
- NERD, A., AND MIZRAHI, Y. 1998. Fruit development and ripening in yellow pitaya. *J. Am. Soc. Hort. Sci.* 123: 560-562.
- NERD, A. AND Y. MIZRAHI. 1999. The effect of ripening stage of fruit quality after storage of yellow pitaya. *Postharvest Biology and Technology* 15: 99-105.
- NERD, A., F. GUTMAN AND Y. MIZRAHI. 1999. Ripening and post harvest behaviour of fruits of two *Hylocereus* species (Cactaceae). *Post harvest Biology and Technology* 17: 39-45.
- NERD, A., TEL-ZUR, N., AND MIZRAHI, Y. 2002. Fruits of vine and columnar cacti. In *Cacti: Biology and uses*. P.S. Nobel (ed). University of California Press. Berkeley, L.A., London. pp. 185-197.
- NOBEL, P.S., AND DE LA BARRERA, E. 2002a. Stem water relations and net CO₂ uptake for a hemiepiphytic cactus during short-term drought. *Environmental and Experimental Botany* 48: 129-137.
- NOBEL, P.S., AND DE LA BARRERA, E. 2002b. Nitrogen relations for net CO₂ uptake by the cultivated hemiepiphytic cactus, *Hylocereus undatus*. *Scientia Horticulturae* 96: 281-292.
- OBREGON, H.G. 1996. Pitahaya – the ancient fruit with a future. Obregon, Cordova & Associates 707-578-0580. Last updated: February 16, 2003. Visited date: May 8, 2003. <http://food.oregonstate.edu/a/pitahaya.html>.
- ORGANISMO REGIONAL INTERNACIONAL DE SANIDAD AGROPECUARIA (OIRSA). 1999. Generalidades del cultivo de la pitahaya (*Hylocereus undatus* Britton & Rose). Last updated: Noviembre, 1999. Visited date: May 15, 2003. <http://www.oirsa.org.sv>
- ORGANISMO REGIONAL INTERNACIONAL DE SANIDAD AGROPECUARIA (OIRSA). 2000. Buenas prácticas de cultivo en pitahaya. Manual técnico. Last updated: Diciembre, 2000. Visited date: May 15, 2003. <http://ns1.oirsa.org.sv/Publicaciones/VIFINEX/Dio51018/BPC>
- PAULL, R.E. 2002. Dragon fruit. Last updated: November 8, 2002. Visited date: May 27, 2003. <http://www.ba.ars.usda.gov/hb666/index.html>.
- RAVEH, E., NERD, A., MIZRAHI, Y. 1998. Responses of two hemiepiphytic fruit-crop cacti to different degrees of shade. *Scientia Horticulturae* 73: 151-164.
- RODRIGUEZ CANTO, A. 2000a. Producción y comercialización de pitahayas en México. Last updated: Junio, 2000. Visited date: May, 5, 2003. <http://www.infoaserca.gob.mx>
- RODRIGUEZ CANTO, A. 2000b. Panorama internacional de la producción y comercialización de pitahayas. Last updated: Junio, 2000. Visited date: May, 5, 2003. <http://www.infoaserca.gob.mx>.
- SEATON, L. 1991. Pitaya: A classic case of novelty and lack of consumer awareness. *Fresh Produce J.* May: 10.
- 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: *Requerimientos de tratamientos cuarentenarios en frutas tropicales y subtropicales*. Saucedo, C., y Báez, R. (eds). Programa Iberoamericano de Ciencia Tecnológica para el Desarrollo (CYTED)-CONACYT Proyecto XI. p. 73-81.
- WEISS, J., NERD, A., AND MIZRAHI, Y. 1994. Flowering behavior and pollination requirements in climbing cacti with fruit crop potential. *HortScience* 29 (12): 1487-1492.
- WU, M.C., AND CHEN, C.S. 1997. Variation of sugar content in various parts of pitaya fruit. *Proc. Fla. State Hort. Soc.* 110:225-227.