

# MANUAL DE COSECHA Y POSCOSECHA DE PITAHAYA AMARILLA (*Hylocereus megalanthus*)



PERÚ

Ministerio  
de Desarrollo Agrario  
y Riego



Instituto Nacional de Innovación Agraria



BICENTENARIO  
PERÚ 2021





MANUAL DE COSECHA Y POSCOSECHA DE

# PITAHAYA AMARILLA

*(Hylocereus megalanthus)*



## **MANUAL DE COSECHA Y POSCOSECHA DE PITAHAYA AMARILLA (*Hylocereus megalanthus*)**

### **Ministro de Desarrollo Agrario y Riego**

Federico Bernardo Tenorio Calderón

### **Viceministro de Desarrollo de Agricultura Familiar e Infraestructura Agraria y Riego**

José Alberto Muro Ventura

### **Viceministra de Políticas y Supervisión del Desarrollo Agrario**

Mará Isabel Remy Simatovic

### **Jefe del INIA**

Jorge Luis Maicelo Quintana, Ph. D.

© Instituto Nacional de Innovación Agraria- INIA

### **Elaboración de contenido:**

Ives Julian Yoplac, Ph. D.  
River Chávez-Santos, D. Sc.  
Julio Cesar Santos-Pelaez, Bach.

### **Editado por:**

Instituto Nacional de Innovación Agraria- INIA  
Equipo Técnico de Edición y Publicaciones  
Av. La Molina 1981, Lima-Perú  
(51 1) 240-2100 / 240-2350  
[www.inia.gob.pe](http://www.inia.gob.pe)

### **Revisión de contenido:**

Jheiner Vasquez Garcia, M. Sc.  
Kryss Aracely Vargas Gutiérrez, Ing.  
María Elena Rojas Meza, Ing.

### **Diseño y diagramación:**

Gino Aguilar Medina

### **Publicado:**

Julio, 2021

### **Primera edición:**

Julio, 2021

### **Tiraje:**

1000 ejemplares

### **Impreso en:**

Instituto Nacional de Innovación Agraria-INIA  
RUC: 20131365994  
Teléfono: (51 1) 240-2100 / 240-2350  
Dirección: Av. La Molina 1981, Lima-Perú  
Web: [www.inia.gob.pe](http://www.inia.gob.pe)

**ISBN: 978-9972-44-080-9**

Hecho el Depósito Legal en la Biblioteca Nacional del Perú N° 2021-08037.

Prohibida la reproducción de esta guía por cualquier medio, total o parcialmente, sin permiso expreso.



# CONTENIDO

<b>PRESENTACIÓN</b>	<b>7</b>
<b>1. INTRODUCCIÓN</b>	<b>8</b>
<b>2. DEFINICIONES</b>	<b>10</b>
2.1. Pitahaya	12
2.2. Mamilas	12
2.3. Madurez fisiológica	13
2.4. Criterio de cosecha	13
2.5. Índice de madurez	13
2.6. Índice de cosecha	13
<b>3. ETAPAS DEL CRECIMIENTO FENOLÓGICO Y ESTRUCTURA DEL FRUTO DE PITAHAYA AMARILLA (<i>Hylocereus megalanthus</i>)</b>	<b>15</b>
3.1. Etapas del crecimiento fenológico según escala bbch	16
3.2. Estructura del fruto	20
<b>4. EVOLUCIÓN DE LOS CAMBIOS FÍSICO Y QUÍMICOS EN FRUTOS DE PITAHAYA AMARILLA (<i>Hylocereus megalanthus</i>)</b>	<b>23</b>
4.1. Evolución de los cambios físicos	24
4.2. Evolución de los cambios químicos	26
<b>5. CALIBRE Y REQUISITOS DE MADUREZ</b>	<b>29</b>
5.1. Calibre según rango de masa	30
5.2. Requisitos generales	31
5.3. Requisitos de madurez	31
5.3.1. Tabla de color	31
5.4. Requisitos específicos	34
5.4.1. Requisitos físicos	34
5.4.2. Requisitos químicos	34
5.5. Requisitos complementarios	35
5.6. Momento óptimo de la cosecha	35

<b>6. MÉTODOS DE ENSAYOS PARA EVALUAR LOS ÍNDICES DE MADUREZ</b>	<b>37</b>
<b>6.1. Ensayos físicos</b>	<b>38</b>
6.1.1. Longitud (L)	38
6.1.2. Diámetro (D)	38
6.1.3. Masa del fruto, cáscara (epicarpio), mesocarpio y endocarpio	39
6.1.4. Contenido de cáscara y contenido de mesocarpio y endocarpio	39
6.1.5. Masa de pulpa y semilla	39
6.1.6. Contenido de pulpa y semilla	39
6.1.7. Volumen	40
6.1.8. Firmeza	40
6.1.9. Humedad y materia seca	40
6.1.10. Espesor de cáscara (epicarpio) y espesor de mesocarpio y endocarpio	41
6.1.11. Color de cáscara (epicarpio) del fruto	41
<b>6.2. Ensayos químicos</b>	<b>42</b>
6.2.1. pH	42
6.2.2. Sólidos solubles totales (SST)	42
6.2.3. Acidez titulable (AT)	42
6.2.4. Índice de madurez (IM)	43
6.2.5. Ensayo de yodo	43
<b>7. OPERACIONES COSECHA Y POSCOSECHA EN PITAHAYA AMARILLA (<i>Hylocereus megalanthus</i>)</b>	<b>45</b>
<b>7.1. Desespinado</b>	<b>46</b>
<b>7.2. Selección</b>	<b>48</b>
<b>7.3. Transporte</b>	<b>49</b>
<b>7.4. Pre-enfriamiento</b>	<b>50</b>
<b>7.5. Lavado y desinfección</b>	<b>50</b>
<b>7.6. Secado</b>	<b>51</b>
<b>7.7. Clasificación</b>	<b>52</b>
<b>7.8. Empaque</b>	<b>54</b>
<b>7.9. Rotulado</b>	<b>55</b>
<b>7.10. Almacenamiento</b>	<b>55</b>
7.10.1. Tipos de operaciones de almacenamiento	56
7.10.2. Almacenamiento en atmósfera modificada y controlada	56
7.10.3. Temperatura y humedad relativa de almacenamiento y transporte	56
<b>7.11. Operaciones complementarias</b>	<b>57</b>



## P R E S E N T A C I Ó N

Pitahaya, pitaya o fruta del dragón, es una cactaceae trepadora que comprende alrededor de 1400 – 1500 especies; siendo *Hylocereus megalanthus* la de mayor producción y valor comercial (antes conocida como *Selenicereus megalanthus*), que corresponde a la pitahaya amarilla y se caracteriza principalmente por presentar el epicarpio amarillo nudoso con espinas y pulpa blanca.

Por sus excelentes propiedades nutricionales, funcionales, sensoriales y de alta rentabilidad, la pitahaya amarilla es considerada como una fruta exótica y prometedora en el mercado nacional e internacional, teniendo como principal ventaja competitiva la calidad innata del cultivo que repercute directamente en su alto costo como fruta fresca.

El Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego (MIDAGRI) a través del Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA), pone a disposición el presente “**Manual de cosecha y poscosecha de pitahaya amarilla (*Hylocereus megalanthus*)**”, como un documento técnico que describe de manera didáctica y mediante un lenguaje claro, los diferentes procesos de cosecha y poscosecha de esta fruta prometedora en muchos valles del Perú.

Esperamos que esta contribución llegue a generar una motivación para los productores, técnicos, profesionales e investigadores quienes están interesados en conocer los procesos de cosecha y poscosecha de la pitahaya amarilla.

Jorge Luis Maicelo Quintana, Ph. D.

**Jefe del INIA**



# 1

## INTRODUCCIÓN



# 1

## Introducción

La palabra pitahaya o pitaya se derivan del “Taino”, una lengua de los pueblos indígenas de los países caribeños y ambas significan fruta escamosa (Díaz, 2005); también es llamada como fruta del dragón, pertenece al orden Caryophyllales y familia Cactaceae, que comprende alrededor de 125–130 géneros y 1400–1500 especies; la mayoría son ornamentales, sin embargo un promedio de 250 especies son conocidas por su valor de fruta (Kishore, 2016). Las especies de mayor producción y valor comercial son tres: *Hylocereus megalanthus* (anteriormente conocida como *Selenicereus megalanthus*, presenta epicarpio amarillo nudoso con espinas y pulpa blanca), *Hylocereus undatus* (epicarpio rojo y pulpa blanca) y *Hylocereus monacanthus* (anteriormente conocida como *H. polyrhizus*, presenta epicarpio rojo y pulpa roja) (Bauer, 2003; Mercado-Silva, 2018).

La pitahaya es originaria de América Central y del Sur; actualmente se cultiva comercialmente en diferentes países, incluidos Perú, México, Colombia, Ecuador, Nicaragua, Guatemala, Estados Unidos, Taiwán, Vietnam, Filipinas, Israel, entre otros (Obenland *et al.*, 2016).

Las especies más ampliamente cultivadas y comercializadas son la *H. undatus* y *H. megalanthus* (Díaz, 2005). En el Perú se produce y comercializa principalmente la pitahaya amarilla (*Hylocereus megalanthus*). Su precio en los mercados oscila entre los 8 y 12 soles por kilo (Agraria, 2020).

La temporada de cosecha en los países que la producen es variada, depende principalmente de los factores edafo-climáticos (Díaz, 2005); particularmente en los valles interandinos de la zona norte del Perú, se cosecha en dos temporadas al año, la primera en los meses de abril y mayo, y la segunda en los meses de septiembre y octubre.

Uno de los aspectos de gran importancia en el manejo de frutas con alto valor nutricional y comercial como la pitahaya es el manejo de cosecha y postcosecha, para ello es importante el conocimiento de su fisiología y bioquímica durante su desarrollo y maduración, ya sea en el árbol o después de cosechada, esencial para definir el momento oportuno de cosecha (Luchsinger & Walsh, 1997).

En la actualidad no se evidencia la identificación de adecuados índices de cosecha para pitahaya amarilla, sobre todo en Perú; lo cual hace necesaria la implementación de estudios que evalúen el desarrollo del estado fenológico reproductivo (yema, flor y fruto), con la finalidad de determinar el momento óptimo de cosecha; en razón de ello, el objetivo principal de este manual es evaluar los cambios físicos y químicos del fruto de pitahaya amarilla (*Hylocereus megalanthus*) durante sus diferentes etapas de crecimiento fenológico y diferentes estados de madurez, que permitan determinar el momento óptimo de cosecha.





# 2

## DEFINICIONES

## 2

# Definiciones

### 2.1. Pitahaya

(*Hylocereus megalanthus*) Planta de la familia de las cactus de tallos triangulares, la flor es tubular y hermafrodita de color blanco o amarillo que mide aproximadamente 35 cm de largo y se abre solo durante la noche. El fruto es una baya de forma ovoide, está cubierto con espinas, la cáscara es de color amarillo, la pulpa es carnosa de color crema-blanco con gran cantidad de semillas, de sabor agradable; es consumido en fresco o preparado (Figura 1).



Figura 1. Pitahaya amarilla (*Hylocereus megalanthus*): A) entera y B) corte longitudinal.

### 2.2. Mamilas

Partes externas del fruto que presentan forma de mama, también son conocidas como brácteas.



### 2.3. Madurez fisiológica

Etapa en la cual un fruto al ser cosechado puede continuar con su proceso de maduración y desarrollar las características gustativas óptimas (Luchsinger & Walsh, 1997) .

### 2.4. Criterio de cosecha

Contempla observaciones del fruto realizadas en campo al momento de efectuar la cosecha. Estas incluyen tamaño (calibre), forma, color de cubrimiento (intensidad y porcentaje de color amarillo, rojo, púrpura o negro) y color de fondo (cambio de color verde a amarillo), etc. Estos son criterios visuales o palpables, utilizados por los cosecheros para decidir cuándo y qué cosechar (Luchsinger & Walsh, 1997).

### 2.5. Índice de madurez

Corresponde a las mediciones de características fisiológicas internas o externas del fruto que se relacionan con la 'verdadera' madurez fisiológica. Estos índices miden características como la tasa de producción de etileno, tasa respiratoria, firmeza del fruto, sólidos solubles totales, acidez titulable y pH, entre otros. Estos índices por lo general son lentos, de alto costo y además, implican deterioro de la fruta que es medida (métodos destructivos) (Luchsinger & Walsh, 1997).

### 2.6. Índice de cosecha

Es la combinación de observaciones visuales (criterio de cosecha) con las características que definen la madurez fisiológica (índice de madurez), que deben presentar una fuerte correlación (grado de asociación) entre ellos. En la actualidad no existen buenos índices de cosecha para diversas frutas, entre ellas la pitahaya (Luchsinger & Walsh, 1997).



# 3

## ETAPAS DEL CRECIMIENTO FENOLÓGICO Y ESTRUCTURA DEL FRUTO DE PITAHAYA AMARILLA

*(Hylocereus megalanthus)*

## 3

# Etapas del crecimiento fenológico y estructura del fruto de pitahaya amarilla

*Hylocereus megalanthus*

### 3.1. Etapas del crecimiento fenológico según escala BBCH

La descripción e ilustración de las etapas de crecimiento fenológico se realizó siguiendo la metodología planteada por Kishore en el año 2016, quien utilizó la escala extendida BBCH (del alemán: “Biologische Bundesanstalt, Bundessortenamt, und CHemische Industrie”) con su sistema de codificación y descripción uniforme. Esta escala BBCH consta de 3 dígitos, el primer dígito describe la etapa de crecimiento principal, el segundo dígito especifica los meso-estados y el tercer dígito significa las etapas de crecimiento secundario.

El ciclo de crecimiento de la pitahaya (planta, yema, flor y fruto) son representados por siete (7) etapas de crecimiento principal claramente reconocibles, que incluyen el desarrollo de yemas vegetativas (etapa 0), el desarrollo de brotes (etapa 3), el desarrollo del órgano vegetativo propagado (etapa 4), el desarrollo reproductivo (etapa 5), floración (etapa 6), desarrollo del fruto (etapa 7) y maduración del fruto (etapa 8). Mientras que las etapas 1 (desarrollo de los cladodios), 2 (formación de brotes laterales/macollamiento) y 9 (senescencia, comienzo de la latencia) no son aplicables en la pitahaya. Las siete etapas de crecimiento principal se dividen en 10 etapas secundarias (0–9). Los meso-estados (1, 2, 3,..., n-1, n) se usan para describir diferentes estados vegetativos y florales durante el período de crecimiento; para el caso de la pitahaya es uno (1).

En este manual solo se reportaron las etapas del crecimiento fenológico reproductivo que comprenden las etapas de crecimiento principal 5, 6, 7 y 8, considerando las principales etapas secundarias y meso-estado 1 (Tabla 1). Se caracterizó secuencialmente empleando una cámara digital (Figura 2).



**Tabla 1.** Descripción de las etapas del crecimiento fenológico reproductivo de la pitahaya (*Hylocereus megalanthus*) según la escala extendida BBCH.

Código BBCH	Descripción (Meso-estado 1)
<b>Etapas de crecimiento principal 5: desarrollo reproductivo</b>	
510	Aparición de yema reproductiva.
511	Comienzo del oleaje reproductivo.
513	Fin del oleaje reproductivo.
514	Comienzo del alargamiento de yemas.
515	Elongación de las yemas reproductivas.
517	Alargamiento del tubo floral.
519	Fin de la extensión del botón floral, formación de una bola hueca.
<b>Etapas de crecimiento principal 6: floración</b>	
610	Flores abiertas.
619	Desvanecimiento de flores y fin de la floración.
<b>Etapas de crecimiento principal 7: desarrollo del fruto</b>	
711	Fruto, el ovario comienza a hincharse.
713	30% del tamaño final del fruto.
716	60% del tamaño final del fruto.
719	90% del tamaño final del fruto.
<b>Etapas de crecimiento principal 8: maduración del fruto</b>	
811	Comienzo de la maduración de la fruta.
813	Desarrollo avanzado del fruto.
815	Madurez avanzada, madurez fisiológica, fruto para recoger.
817	Fruto maduro.
819	Fruto sobre maduro.

Fuente: adaptado de (Kishore, 2016).

## Manejo cosecha y poscosecha de pitahaya amarilla

VISTA ENTERA



ESCALA BBCH

510



511



513

ETAPA DE CRECIMIENTO

Desarrollo reproductivo

N° DE SEMANA

0.5

1

1.5

15 de junio

CORTE LONGITUDINAL



VISTA ENTERA



ESCALA BBCH

719

716

713

711

ETAPA DE CRECIMIENTO

Desarrollo del fruto

12

10

8

7

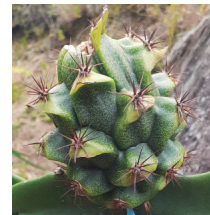
Septiembre

Agosto

CORTE LONGITUDINAL



VISTA ENTERA



ESCALA BBCH

811

813

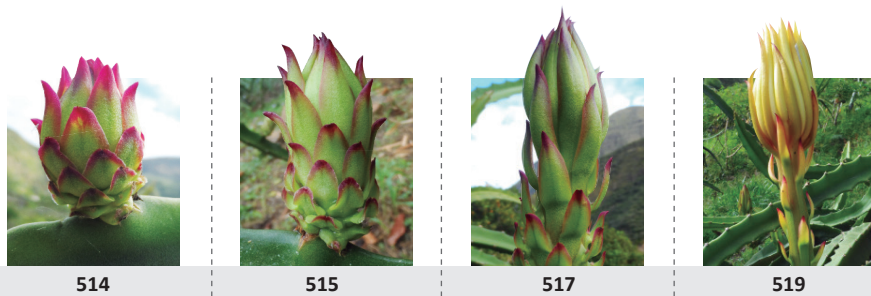
ETAPA DE CRECIMIENTO

Maduración del fruto

14

16

Octubre



2

3

4

5

Julio



619

610

Floración

6

5.5



815



817



819



17

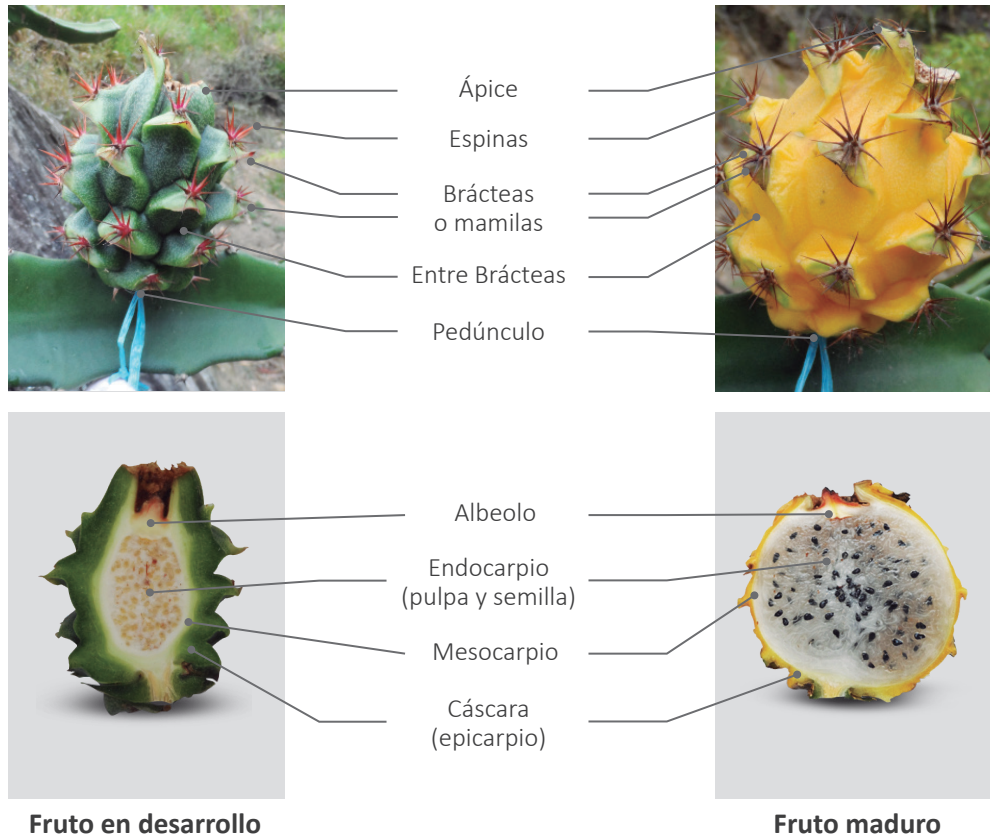
18

19

Figura 2. Ilustraciones del desarrollo reproductivo, floración y desarrollo del fruto de la pitahaya amarilla (*Hylocereus megalanthus*), según la escala extendida de BBCH.

### 3.2. Estructura del fruto

Como se muestra en la Figura 3, el fruto de pitahaya amarilla en los extremos longitudinales está formado por el pedúnculo (une al fruto con el tallo) y ápice (cicatriz que evidencia que durante las primeras etapas de crecimiento el fruto estuvo unido a la flor); la parte externa está conformada por espinas, mamilas o brácteas y entre brácteas. Las demás partes, de afuera hacia adentro son: cáscara o epicarpio, mesocarpio y endocarpio (pulpa y semilla).



**Figura 3.** Estructura del fruto en desarrollo y maduro de pitahaya amarilla (*Hylocereus megalanthus*).







# 4

## EVOLUCIÓN DE LOS CAMBIOS FÍSICOS Y QUÍMICOS EN FRUTOS DE PITAHAYA AMARILLA

*(Hylocereus megalanthus)*

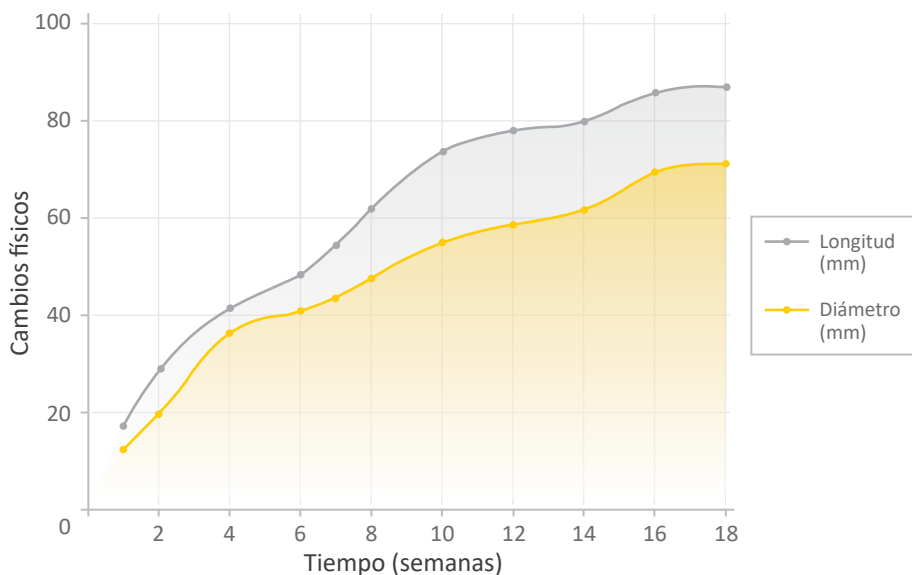
## 4

# Evolución de los cambios físicos y químicos en frutos de pitahaya amarilla *Hylocereus megalanthus*

### 4.1. Evolución de los cambios físicos

La longitud de las yemas reproductivas y frutos de pitahaya amarilla (Figura 4), muestra un crecimiento acelerado en las 10 primeras semanas, iniciando con  $17.3 \pm 1.9$  mm en la primera semana hasta  $73.4 \pm 3.1$  mm en la semana diez; luego el crecimiento es menor llegando hasta  $86.8 \pm 7.9$  mm en la semana dieciocho.

El diámetro de las yemas reproductivas y frutos de pitahaya amarilla (Figura 4), muestran un comportamiento similar a la longitud. Comenzando la semana uno con  $12.3 \pm 1.1$  mm y terminando con  $71.3 \pm 5.4$  mm de diámetro en la semana dieciocho.



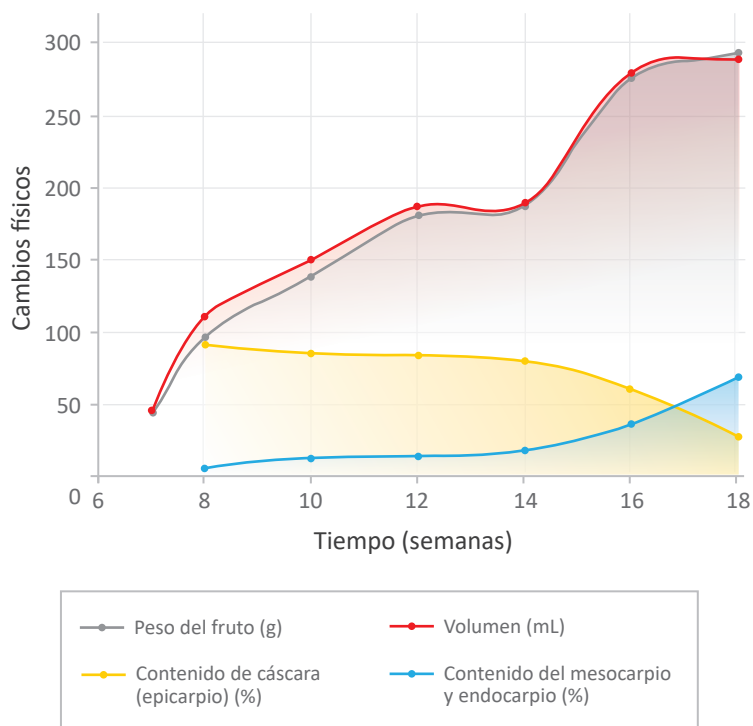
**Figura 4.** Evolución de la longitud y diámetro de la parte reproductiva de pitahaya amarilla (*Hylocereus megalanthus*).



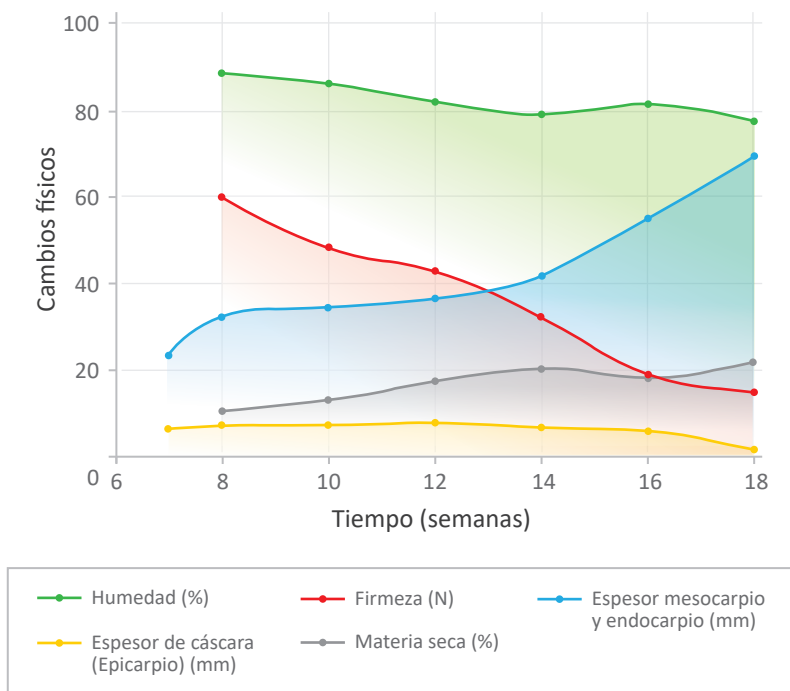
Por su lado, el peso y el volumen muestran comportamientos similares con incremento acelerado en las 16 primeras semanas (Figura 5). Entre la semana 7 y 18, el peso del fruto varía entre 45.7 y 293.6 g, y el volumen entre 45.8 y 289.3 mL.

El contenido de la cáscara del fruto, entre la semana 8 y 14 de evaluación muestra una pequeña reducción entre 92.0 y 81.0% y una mayor reducción entre la semana 14 y 18 desde 81.0 a 29.5%. Por el contrario, entre la semana 8 y 14, el contenido de mesocarpio y endocarpio muestran un leve incremento entre 8.0 y 19.0% y mayor incremento entre la semana 14 y 18 desde 19 a 70.5% (Figura 5).

El espesor de la cáscara, entre la semana 7 y 14, se muestra constante entre 6.8 y 6.9 mm y una reducción entre la semana 14 y 18, desde 6.9 a 2.0 mm. Por el contrario, entre la semana 7 y 12, el espesor de mesocarpio y endocarpio muestran un ligero incremento entre 23.6 y 36.7 mm y mayor incremento entre la semana 14 y 18, desde 36.7 a 69.7 mm (Figura 6).



**Figura 5.** Evolución del peso, volumen, contenido de cáscara y contenido de mesocarpio y endocarpio del fruto de la pitahaya amarilla (*Hylocereus megalanthus*).

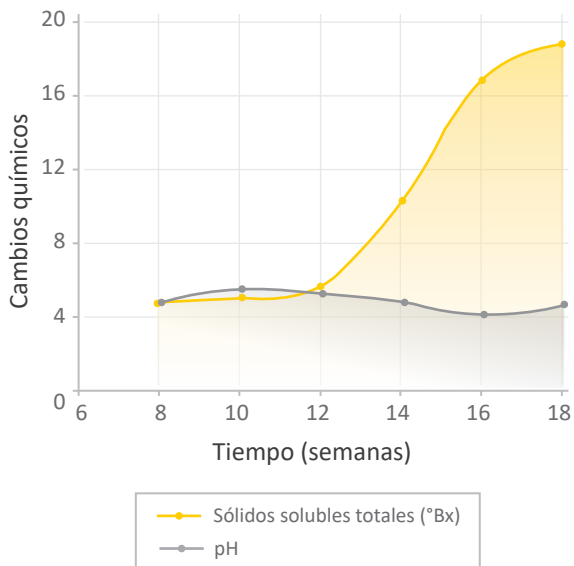


**Figura 6.** Evolución de la firmeza, humedad, materia seca, espesor de cáscara y espesor de mesocarpio y endocarpio del fruto de la pitahaya amarilla (*Hylocereus megalanthus*).

Por su lado, durante el periodo de evaluación, la firmeza se reduce de 60.2 a 15.4 N (Figura 6). La humedad experimenta una ligera reducción con valores entre 88.8 y 77.7% (Figura 6). Como era de esperarse, la materia seca muestra un comportamiento diferente a la humedad, con un ligero incremento y con valores entre 11.2 y 22.3% (Figura 6).

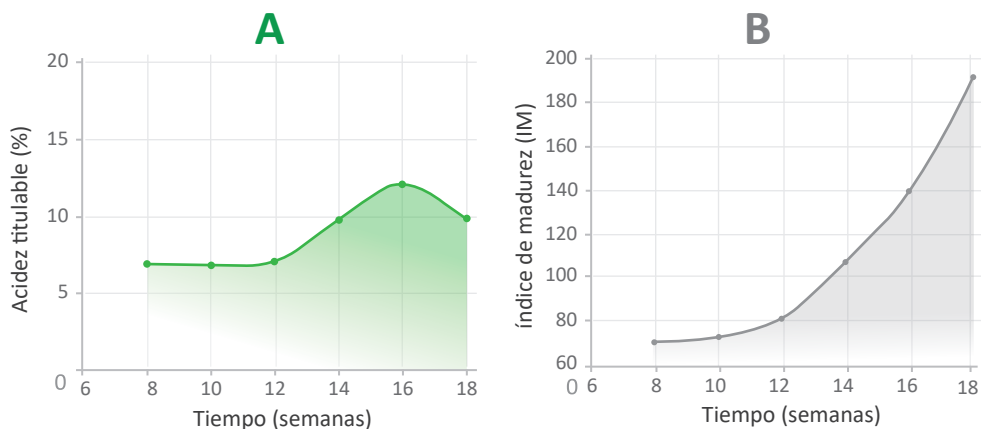
## 4.2. Evolución de los cambios físicos

En la Figura 7 se muestran los resultados del pH y sólidos solubles totales (SST). El pH entre la semana 8 y 18, muestra una ligera reducción entre 4.8 y 4.6. Por su lado, los SST entre la semana 8 y 12, muestran un ligero incremento entre 4.8 y 5.6 °Bx y un incremento acelerado entre la semana 12 y 18 con valores de 5.6 a 18.8 °Bx.



**Figura 7.** Evolución del pH y sólidos solubles totales del jugo de los frutos de pitahaya amarilla (*Hylocereus megalanthus*).

En la Figura 8a se muestran los resultados de la acidez titulable, la que experimenta un comportamiento constante entre la semana 8 y 12 (0.07%), un incremento entre la semana 12 y 16 (de 0.07 a 0.12%) y una ligera reducción entre la semana 16 y 18 (de 0.12 a 0.10%). En la Figura 8b, se muestran los resultados del índice de madurez (IM), donde se observa un ligero incremento entre la semana 8 y 12 (de 70.1 a 80.7); y un mayor incremento entre la semana 12 y 18, con valores entre 80.7 y 192.3.



**Figura 8.** Evolución de: (A) acidez titulable; y (B) índice de madurez del jugo de los frutos de pitahaya amarilla (*Hylocereus megalanthus*).





**5**

**CALIBRE Y REQUISITOS  
DE MADUREZ**

## 5

# Calibre y requisitos de madurez

### 5.1. Calibre según rango de masa

El calibre se determina por la masa unitaria del fruto, de acuerdo con la escala mostrada en la Tabla 2.

**Tabla 2.** Calibres de la pitahaya amarilla de acuerdo con las masas unitarias.

Masa unitaria (g)	Calibre
≥ 361	8
261 a 360	9
201 a 260	12
151 a 200	14
111 a 150	16
≤ 110	20

La clasificación de los frutos por calibre es importante, ya que en el mercado interno se debe utilizar para identificar el intervalo de peso y en el mercado de exportación el calibre corresponde al número de frutos por unidad de empaque.

### 5.2. Requisitos generales

Todas las categorías de la pitahaya amarilla deben cumplir con las siguientes características físicas mínimas:

- ▶ Las frutas deben estar enteras y sin heridas.
- ▶ Deben tener la forma ovoidal característica de la pitahaya amarilla.



- ▶ Deben presentar un aspecto fresco y de consistencia firme.
- ▶ El pedúnculo o tallo debe medir de 10 a 20 mm de longitud.
- ▶ Deben estar sanas; (libres de ataques de insectos y/o enfermedades que demeriten la calidad interna del fruto).
- ▶ Deben estar limpias (sin espinas) exentas de materia extraña visible principalmente en el orificio apical (tierra, polvo, residuos de aplicaciones de agroquímicos)
- ▶ Deben estar libres de humedad externa anormal producida por mal manejo en las etapas de poscosecha (recolección, acopio, selección, clasificación, adecuación, empaque, almacenamiento y transporte).
- ▶ Deben estar exentas de olores y/o sabores extraños (provenientes de otros productos, empaques o recipientes y/o agroquímicos, con los cuales haya estado en contacto).
- ▶ La comercialización de este producto debe realizarse cuando el fruto tenga madurez fisiológica.

Los residuos de plaguicidas no deben exceder los límites máximos establecidos por el Codex Alimentarius o los establecidos por el país de destino.

### 5.3. Requisitos de madurez

La madurez de la pitahaya amarilla se aprecia visualmente por su color externo y puede confirmarse su estado por medio de la determinación del contenido de pulpa, contenido de sólidos solubles, acidez titulable y el ensayo de yodo.

#### 5.3.1. Tabla de color

La siguiente descripción relaciona los cambios de color con los diferentes estados de madurez del fruto (Figura 9); clasificados de forma visual.

**COLOR 0 (verde):** Fruto de color verde con visos amarillos que van del 5% al 20% en toda la superficie.

**COLOR 1 (pintón):** Fruto de color verde-amarillo, que van del 21% al 40%. Inicia el llenado de las mamilas y la separación entre ellas.

**COLOR 2 (maduro):** Fruto de color amarillo, que van del 41% al 90%, con la punta de las mamilas de color verde y aumenta la separación entre las mismas.

En la misma Figura 9 se muestra el color mediante sistema CIE Lab\* medido con el colorímetro y los resultados del ensayo de yodo.

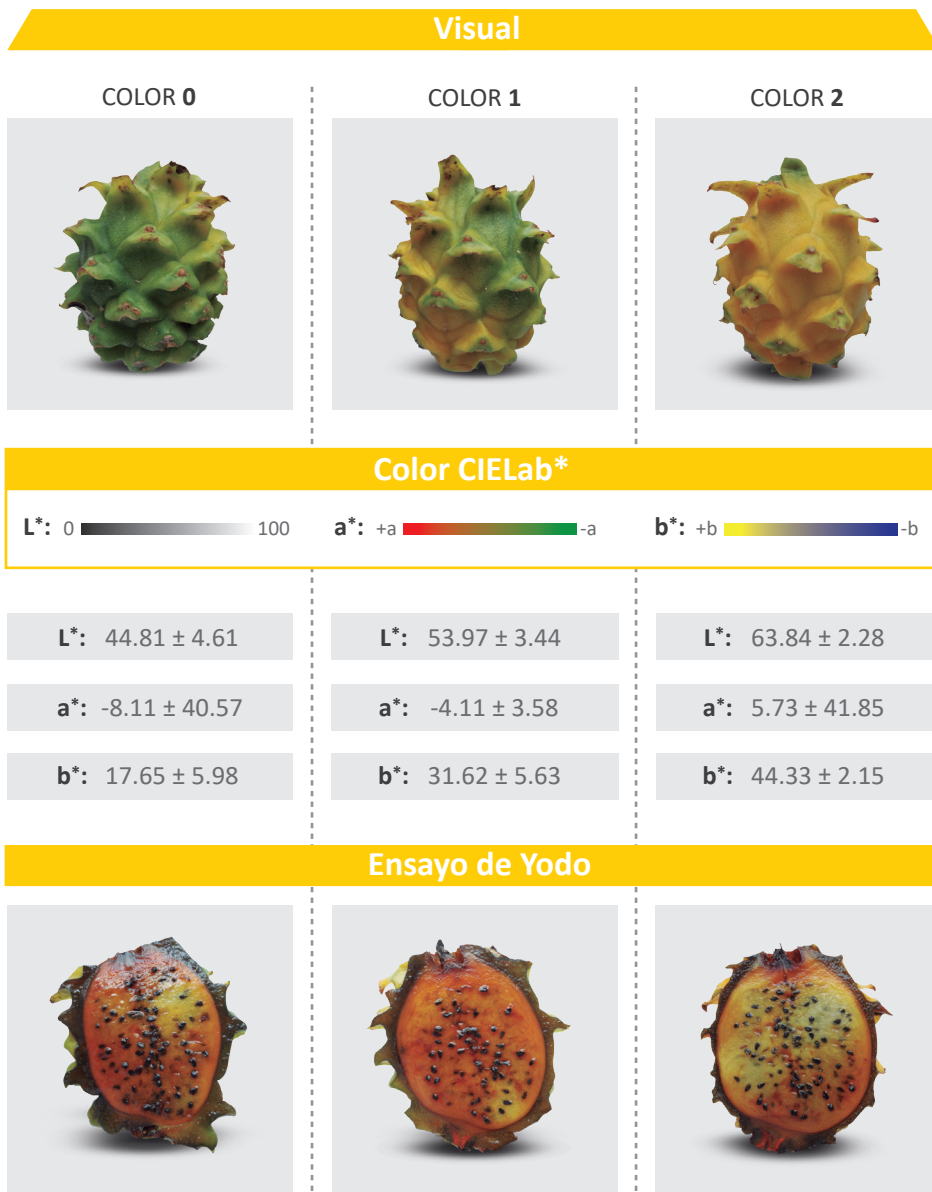


Figura 9. Color de la pitahaya amarilla por evaluación visual, color con el sistema CIELab\* y ensayo de yodo.



## 5.4. Requisitos específicos

### 5.4.1. Requisitos físicos

La pitahaya amarilla, según sus estados de madurez (tabla de color) debe cumplir con los requisitos físicos establecidos en la Tabla 3.

### 5.4.2. Requisitos químicos

La pitahaya amarilla, según sus estados de madurez (tabla de color) debe cumplir con los requisitos químicos establecidos en la Tabla 4.

**Tabla 3.** Requisitos físicos de la pitahaya amarilla

Características físicas	Color 0 Verde ( $X \pm DE$ )	Color 1 Pintón ( $X \pm DE$ )	Color 1 Maduro ( $X \pm DE$ )	Método de ensayo
Longitud (mm)	91.81 $\pm$ 5.24	92.66 $\pm$ 5.95	99.34 $\pm$ 10.02	Ver 5.1.1.
Diámetro (mm)	67.45 $\pm$ 5.07	71.09 $\pm$ 2.61	75.30 $\pm$ 2.96	Ver 5.1.2.
Volumen (mL)	298.23 $\pm$ 61.82	319.65 $\pm$ 38.46	335.72 $\pm$ 48.18	Ver 5.1.7.
Firmeza (N)	16.75 $\pm$ 0.92	15.33 $\pm$ 1.08	12.97 $\pm$ 1.13	Ver 5.1.8.
Masa del fruto (g)	276.66 $\pm$ 36.65	317.70 $\pm$ 39.17	339.70 $\pm$ 52.56	Ver 5.1.3.
Contenido de cáscara (%)	48.34 $\pm$ 4.69	40.58 $\pm$ 3.70	31.26 $\pm$ 2.33	Ver 5.1.4.
Contenido del mesocarpio y endocarpio (%)	51.66 $\pm$ 4.69	59.42 $\pm$ 3.70	68.74 $\pm$ 2.33	Ver 5.1.4.
Contenido de pulpa (%)	-	-	66.60 $\pm$ 1.01	Ver 5.1.6.
Contenido de semilla (%)	-	-	2.14 $\pm$ 0.21	Ver 5.1.6.
Espesor de cáscara (Epicarpio) (mm)	4.15 $\pm$ 0.84	3.13 $\pm$ 0.63	2.22 $\pm$ 0.20	Ver 5.1.9.
Espesor de mesocarpio y endocarpio (mm)	60.12 $\pm$ 4.88	68.53 $\pm$ 2.08	74.30 $\pm$ 4.72	Ver 5.1.9.
Humedad (%)	76.49 $\pm$ 1.20	77.56 $\pm$ 1.26	78.63 $\pm$ 1.43	Ver 5.1.10.
Materia seca (%)	23.51 $\pm$ 1.20	22.44 $\pm$ 1.26	21.37 $\pm$ 1.43	Ver 5.1.10.

DE: Desviación estándar. (-): guiones representan valores no medidos.


**Tabla 4.** Requisitos químicos de la pitahaya amarilla.

Características químicas	Color 0 Verde (X ± DE)	Color 1 Pintón (X ± DE)	Color 1 Maduro (X ± DE)	Método de ensayo
pH	4.32 ± 0.12	4.56 ± 0.11	4.73 ± 0.09	Ver 5.2.1.
Sólidos solubles totales (°Bx)	17.92 ± 0.39	18.63 ± 0.58	19.02 ± 0.61	Ver 5.2.2.
Acidez titulable (%)	0.13 ± 0.01	0.12 ± 0.01	0.10 ± 0.01	Ver 5.2.3.
Índice de madurez	140.51 ± 10.80	163.00 ± 16.49	196.78 ± 18.25	Ver 5.2.4.

DE: Desviación estándar.

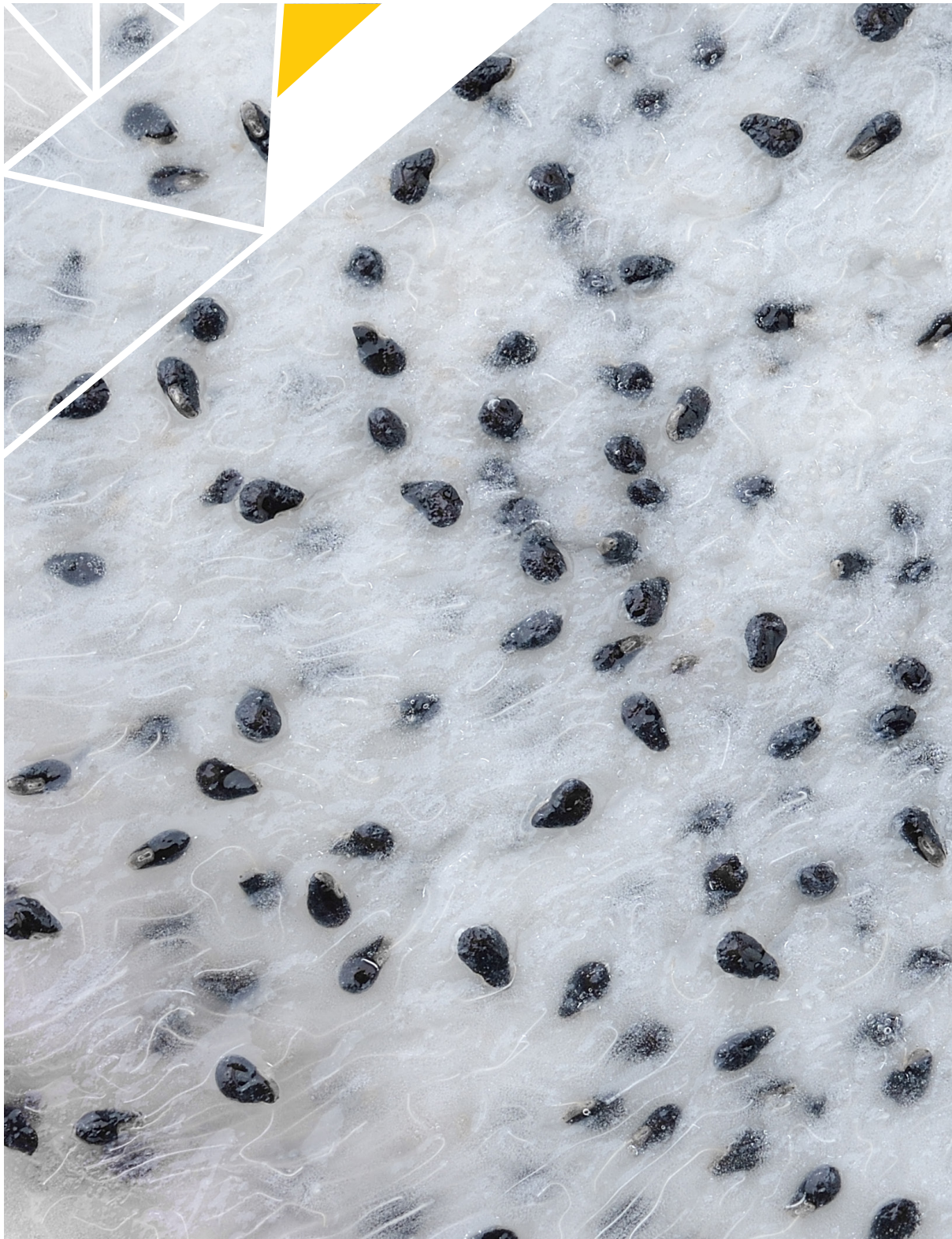
## 5.5. Requisitos complementarios

- ▶ El desarrollo y condición de la pitahaya deben ser tales que les permitan: soportar el transporte y la manipulación, y llegar en estado satisfactorio al lugar de destino.
- ▶ La pitahaya debe ser cosechada con cuidado y su desarrollo debe haber alcanzado un estado fisiológico que asegure la continuidad en el proceso de maduración.
- ▶ Se recomienda que la pitahaya se manipule de forma adecuada, sin espinas y sin golpes para evitar daños físicos.

## 5.6. Momento óptimo de la cosecha

Las variables que se pueden usar como índice de cosecha para el momento óptimo de cosecha en pitahaya amarilla son:

- ▶ Tiempo desde la aparición del botón floral hasta madurez fisiológica: 17 semanas.
- ▶ Color de cáscara: Color 1, con color amarillo de cobertura superior a 20%.
- ▶ Estado de madurez: Pintón.





**6**

**MÉTODOS DE ENSAYOS  
PARA EVALUAR LOS  
ÍNDICES DE MADUREZ**

## 6

# Métodos de ensayos para evaluar los índices de madurez

### 6.1. Ensayos físicos

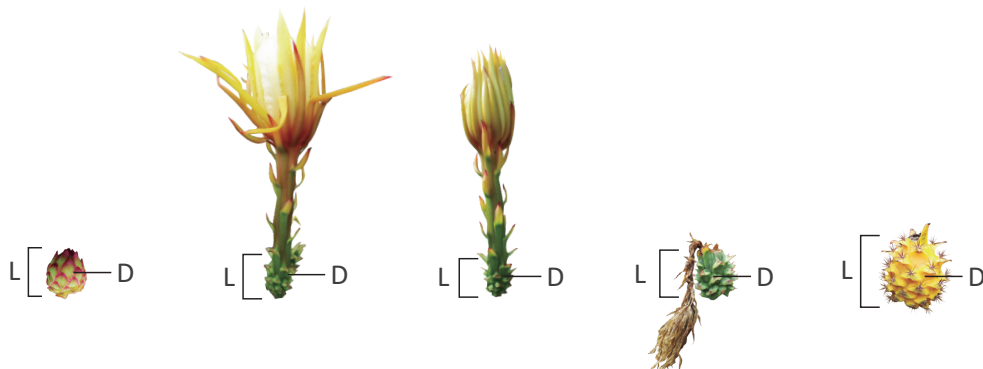
Dentro de estos ensayos se consideran principalmente: longitud, diámetro, peso, contenido de cáscara, contenido de mesocarpio y endocarpio, volumen, firmeza, humedad, materia seca, espesor de cáscara y espesor de mesocarpio y endocarpio. Mediciones realizadas desde la aparición de la yema reproductiva hasta el fruto maduro.

#### 6.1.1. Longitud (L)

Se mide utilizando un vernier manual y los resultados se expresan en mm. La medición en las yemas florales (semana 1 y 2) se realiza desde la unión peduncular hasta el ápice; cuando presenta elongamiento del tubo floral, floración y desvanecimiento de la flor (semana 4 a 6) se mide solo la sección del ovario (base de la yema reproductiva); durante el desarrollo del fruto (semana 7 a más) se mide el fruto, como se muestra en la Figura 10.

#### 6.1.2. Diámetro (D)

Se realiza empleando un vernier manual y los resultados se expresan en mm. Se mide en la zona ecuatorial de la yema reproductiva (semana 1 y 2) y cuando presentan separación de brácteas se mide en la zona ecuatorial del ovario (semana 3 a 6) y zona ecuatorial del fruto (semana 7 a más), colocando las mordazas para medidas externas del vernier entre las brácteas (Figura 10).



**Figura 10.** Medición de la longitud (L) y diámetro (D) de la yema reproductiva y fruto de pihahaya amarilla (*Hylocereus megalanthus*) en sus diferentes etapas de crecimiento.



### 6.1.3. Masa del fruto, cáscara (epicarpio), mesocarpio y endocarpio

Se realiza siguiendo el método establecido por la NTC (Norma Técnica Colombiana- NTC 3554, 1996) y empleando una balanza analítica; los resultados se expresan en g. Se tiene en cuenta la estructura del fruto mostrado en la Figura 3. La separación de las partes del fruto se realiza manualmente.

### 6.1.4. Contenido de cáscara y contenido de mesocarpio y endocarpio

Se obtiene mediante la extracción manual (separando la cáscara del mesocarpio y endocarpio) y se establece la relación de la masa de cáscara o mesocarpio y endocarpio (Meso-endocarpio) con respecto a la masa total de la fruta, ecuaciones (1) y (2), respectivamente. Los resultados se expresan en porcentaje (Norma Técnica Colombiana- NTC 3554, 1996; Jiménez-Esparza et al., 2017; Servicio Ecuatoriano de Normalización, 2003).

$$\text{Contenido de cáscara (\%)} = \frac{\text{Masa de la cáscara (g)}}{\text{Masa del fruto (g)}} \times 100 \quad (1)$$

$$\text{Contenido de meso - endocarpio (\%)} = \frac{\text{Masa de meso - endocarpio (g)}}{\text{Masa del fruto (g)}} \times 100 \quad (2)$$

### 6.1.5. Masa de pulpa y semilla

La pulpa y semilla forman parte del endocarpio del fruto. Se realiza siguiendo el método establecido por la NTC (Norma Técnica Colombiana- NTC 3554, 1996) y Servicio Ecuatoriano de Normalización, 2003, empleando una balanza analítica y los resultados se expresan en g. Se tienen en cuenta la estructura del fruto mostrados en la Figura 3. La separación de la pulpa y semilla se realiza manualmente.

### 6.1.6. Contenido de pulpa y semilla

Se obtiene mediante la extracción manual (separando la pulpa de la cáscara y las semillas) y se establece la relación de la masa de la pulpa o semilla con respecto a la masa total de la fruta, ecuaciones (3) y (4), respectivamente. Los resultados se expresan en porcentaje (Norma Técnica Colombiana - NTC 3554, 1996; Jiménez-Esparza et al., 2017; Servicio Ecuatoriano de Normalización, 2003).

$$\text{Contenido de pulpa (\%)} = \frac{\text{Masa de la pulpa (g)}}{\text{Masa del fruto (g)}} \times 100 \quad (3)$$

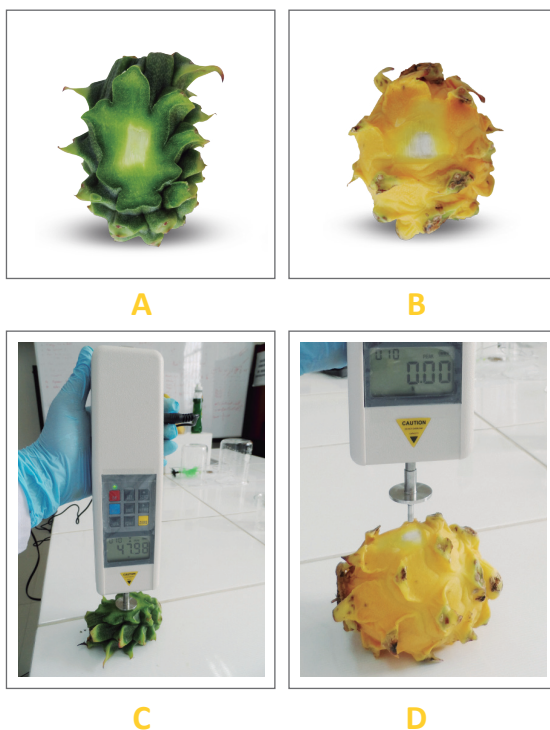
$$\text{Contenido de semilla (\%)} = \frac{\text{Masa de la semilla (g)}}{\text{Masa del fruto (g)}} \times 100 \quad (4)$$

### 6.1.7. Volumen

Se realiza mediante el método desplazamiento de volumen usando una probeta graduada, los resultados se expresan en ml (García et al., 2013).

### 6.1.8. Firmeza

Se realiza con un penetrómetro o presionómetro equipado con una punta de 3.5 mm, se inserta manualmente la punta perpendicularmente a la superficie del fruto que se encuentra previamente pelada (sin cáscara o epicarpio) en dos puntos opuestos de la zona ecuatorial (Figura 11); los resultados se expresan en N (Velásquez et al., 2019).



**Figura 11.** Medición de firmeza: A) Fruto en desarrollo sin cáscara; B) Fruto maduro sin cáscara; C) vista panorámica midiendo firmeza; y D) presionómetro digital antes de penetrar el fruto de pitahaya amarilla.

### 6.1.9. Humedad y materia seca

Se realiza mediante el método gravimétrico convencional de secado en estufa (AOAC N° 925.10) (AOAC, 1997). También se puede realizar empleando un analizador de humedad de halógenos (balanza de humedad termo-electrónica), debidamente calibrada. Los resultados se expresan en porcentaje.

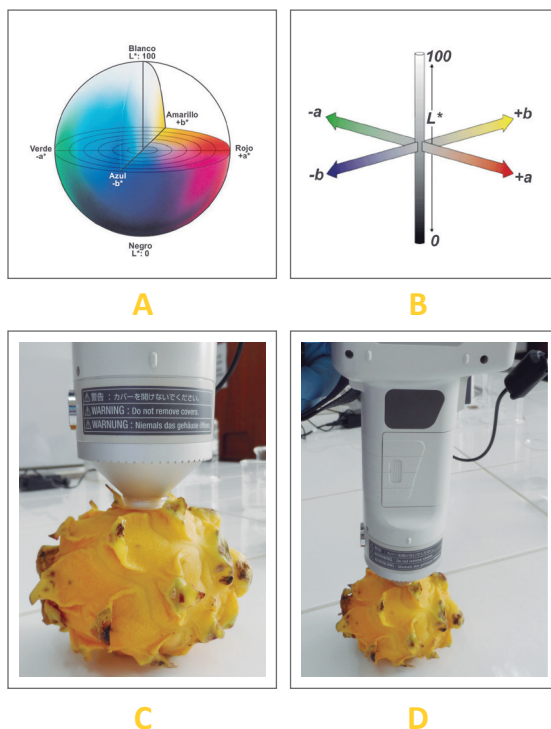


### 6.1.10. Espesor de cáscara (epicarpio) y espesor de mesocarpio y endocarpio

Se mide con un vernier y se expresó en mm (Vásquez-Castillo et al., 2016). Se deben de tener en cuenta la estructura del fruto mostrado en la Figura 3.

### 6.1.11. Color de cáscara (epicarpio) del fruto

La medición del color se realiza según lo descrito por (Magaña et al., 2013), mediante el sistema CIELab\* (Figura 12a y b). Los parámetros de color ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ) se determinan con un colorímetro previamente calibrado con una placa blanca de referencia proporcionada por el fabricante. Los valores positivos de  $a^*$  indican colores rojos mientras que los negativos indican colores verdes. Los valores positivos de  $b^*$  indican tonos amarillos y los negativos indican tonos de color azul. La medición se debe realizar como mínimo en dos puntos opuestos de la zona ecuatorial del fruto, entre las mamilas o brácteas (Figura 12c y d).



**Figura 12.** A) Sistema CIELab\* presentación espacial; B) Sistema CIELab\* presentación tridimensional; C) medición del color entre mamilas; y D) vista panorámica de medición del color.

## 6.2. Ensayos químicos

### 6.2.1. pH

Se utiliza el jugo del fruto y se emplea el método potenciométrico siguiendo las indicaciones planteadas por AOAC 981.12 (AOAC, 2005).

### 6.2.2. Sólidos solubles totales (SST)

Se realiza a partir del jugo de fruta, el que se coloca en un refractómetro; los resultados se expresaron en °Brix, teniendo en cuenta el método refractométrico según AOAC 932.12 (AOAC, 2005).

### 6.2.3. Acidez titulable (AT)

Se realiza mediante el método de titulación, siguiendo la metodología propuesta por la AOAC 942.15 (2005) y Servicio Ecuatoriano de Normalización, 2013. Los resultados serán expresados en % de ácido cítrico. Se siguen los procedimientos siguientes:

1. Verificar que los equipos (pH-metro y bureta digital) se encuentren encendidos y operativos para su uso.
2. Registrar el valor exacto de la concentración de NaOH (0.1 N) a utilizar.
3. Tomar una alícuota de 10 ml de muestra con pipeta aforada, para luego poner en un vaso precipitado de 250 mL y agregar agua destilada hasta 150 mL aproximadamente y agitar suavemente.
4. Sumergir la sonda de temperatura junto con el electrodo al vaso precipitado de 250 mL.
5. Agregar NaOH lentamente y agitar el vaso precipitado hasta llegar a pH 8.20–8.30.
6. Registrar el gasto (mL) de NaOH utilizado.
7. Calcular utilizando la ecuación siguiente:

$$\% \text{ Ácido cítrico} = \frac{V \times C \times F \times 100}{M}$$

Donde:

V: Volumen de NaOH utilizado (mL)

C: Concentración del NaOH (N)

M: Cantidad de muestra (mL)

F: Factor del ácido cítrico = 0.06404



#### 6.2.4. Índice de madurez (IM)

Se calculará dividiendo los SST entre la AT, siguiendo la metodología planteada por (Velásquez et al., 2019).

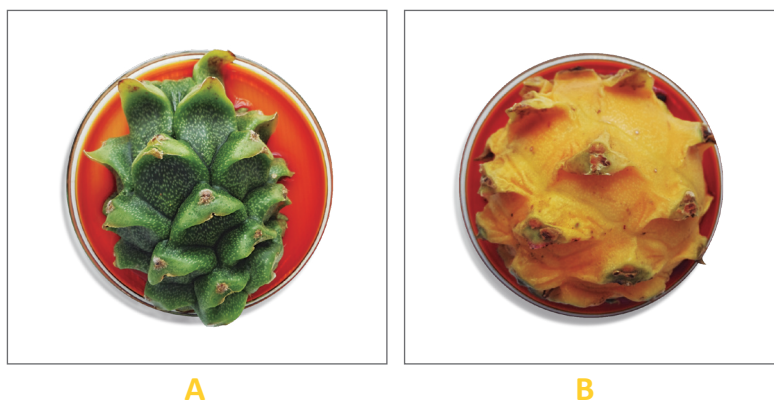
#### 6.2.5. Ensayo de yodo

##### A) Preparación de la solución

Se realiza teniendo en cuenta la NTE-INEN 2003 (Servicio Ecuatoriano de Normalización, 2003). Se disuelven 12 g de yodo metálico (I<sub>2</sub>) y 24 g de yoduro de potasio (KI) en 500 mL de agua. Se agita y se adicionan otros 500 mL de agua. Se guarda la solución en un frasco oscuro y protegido de la luz. Se renueva la solución cada tres meses.

##### B) Procedimiento

Se parte la pitahaya longitudinalmente y se pone en contacto la pulpa con la solución de yodo-yoduro por inmersión, añadiendo 10 mL de solución en una placa de Petri de 9 cm de diámetro (Figura 13), luego de 1 minuto se puede apreciar la tinción de la pulpa, la cual va disminuyendo con el avance de la madurez.



**Figura 13.** Ensayo de yodo: A) fruto en desarrollo; y B) fruto maduro.





# 7

## OPERACIONES COSECHA Y POSCOSECHA EN PITAHAYA AMARILLA (*Hylocereus megalanthus*)

## 7

# Operaciones cosecha y poscosecha en pitahaya amarilla *Hylocereus megalanthus*

Entre las operaciones o prácticas básicas a realizar durante y después de la recolección de fruta, para favorecer el mantenimiento de la calidad del producto, se muestran en la Figura 14, las mismas que han sido tomadas como referencias de (García, 2003); (Servicio Ecuatoriano de Normalización, 2003) y (Norma Técnica Colombiana - NTC 3554, 1996) adaptadas a la realidad del Perú. A continuación se describen cada una de estas operaciones.

### 7.1. Desespinado

Para el buen desarrollo de esta actividad se recomienda realizar la recolección en días secos y en horas de la mañana, después de que el rocío haya desaparecido, ya que la lluvia o alta humedad favorece el desarrollo de hongos y además dificulta el retiro de la espina. Tampoco es recomendable recogerla, cuando la temperatura es muy alta, ya que esto acelera los procesos de respiración y favorece la deshidratación de la fruta. Podría recogerse entre las 8 a.m. y las 11 a.m. y después de las 3 p.m. Aunque debería programarse de manera que en la tarde o en la noche solo se transporte la fruta.



**Figura 14.** Diagrama de operaciones poscosecha para el manejo de la pitahaya.

Existen dos métodos que normalmente se utilizan en esta labor. El primero consiste en realizar la recolección en dos etapas, es decir primero va un trabajador desespinando y después van los recolectores cortando la fruta. En el segundo caso el mismo trabajador desespina, corta y va ubicando en las jabas.

Las herramientas utilizadas para estas actividades son guantes de cuero para protección contra las espinas, tijera de corte y un cepillo o brocha para el desespinado (Figura 15).



**Figura 15.** Herramientas de cosecha: a) Guantes de cuero; b) Tijera de corte; y c) Cepillo.

La tijera debe estar afilada y se recomienda desinfección periódica durante la recolección, con hipoclorito de sodio al 0.1% (1000ppm), con el fin de evitar la dispersión de plagas y enfermedades.

El desespinado, es una etapa de las más importantes y delicadas en el manejo de la pitahaya. Cuando el desespinado no se realiza de manera eficaz, las espinas que quedan pueden causar daño mecánico a la fruta, facilitando la entrada de microorganismos, lo que lleva a la disminución de su valor comercial, rechazo en los diferentes mercados o a la pérdida total del producto.

## 7.2. Selección

La fruta debe cosecharse sana, entera, de consistencia firme. Por lo tanto esta operación busca separar los frutos que no cumplen con estas condiciones y por ende no son aptos para la comercialización. En muchos productos hortofrutícolas, la selección, se realiza en el mismo momento de la cosecha, desechando los frutos que presentan daño severo, ya sea de tipo mecánico, físico o por plagas.

En el caso de la pitahaya esta operación se realiza directamente en el lote. En algunos casos en el mismo momento de la cosecha, recogiendo la fruta con daño en otro recipiente; y en



otros casos esta actividad se realiza el día anterior. Esta fruta se comercializarla como de tercera, cuando se presenta periodos de escasez.

Esta fruta no debe dejarse en la planta porque puede convertirse en foco de contaminación para el lote y además consumir energía que podría utilizarse en frutas en buen estado.

Las frutas con problemas fitosanitarios no deben mezclarse con frutas en buen estado, ya que la velocidad de propagación y diseminación de las enfermedades es bastante alta, por lo cual se corre el riesgo de perder toda la fruta de la canastilla.

### 7.3. Transporte

Esta es una actividad que no es considerada como una operación poscosecha, pero hace parte de la recolección y merece especial atención, ya que el manejo inadecuado de la fruta durante su transporte, se ha convertido en uno de los puntos críticos del manejo poscosecha de muchos productos. En esta etapa el producto recolectado es sometido a diferentes transvases, sufriendo golpes o cortes, exposición por tiempos prolongados al sol y al agua, a insectos, a roedores, a pájaros, a fuentes de contaminación provenientes del suelo, del agua, del aire, además de los problemas que trae el uso de elementos no adecuados para estas tareas.

La recolección la realizan en recipientes plásticos (Canastilla), con dimensiones de 30 x 45 x 25 cm (Largo x ancho x altura), con capacidad para 15 kg en promedio (Figura 16). El llenado no debe superar la altura del recipiente para evitar generar daños por compresión en la fruta que queda ubicada en la base de éste.



Figura 16. Canastilla plástica para cosecha.

En lugares con pendiente pronunciada, el transporte del lote al punto de acopio se realiza en el hombro del cosechero; con la desventaja que requiere mayor esfuerzo, el cosechero solo transporta 1 caja por vez y mayor número de viajes del lote al acopio.

Otra de las alternativas de transporte en lugares con poca pendiente es el uso de una carretilla para el transporte de la fruta a nivel de campo, así como del lote al punto de acopio, el cual ha sido desarrollado por productores de pitahaya de Colombia. Estructuralmente está diseñado para soportar hasta 60 kg de peso. Sin embargo permite un apilado de hasta 3 canastillas; esto reduce sensiblemente los tiempos muertos de proceso, ya que solo tiene que hacer pocos viajes desde el lote hasta el punto de acopio; también reduce el número de transvases; impide el contacto de la fruta o la canastilla con el suelo, evitando su contaminación; el trabajo o esfuerzo físico del recolector se reduce, ya que no tiene que alzar las canastillas sino que debe empujar o halar el carro, lo cual implica menor esfuerzo.

#### **7.4. Pre-enfriamiento**

Tiene por objeto reducir la temperatura interna de la fruta (calor de campo), lo más pronto posible después de la recolección, con el fin de hacer más lentos los procesos de maduración y degradación de la fruta.

El enfriamiento con agua o con aire constituyen las alternativas más utilizadas para reducir la temperatura de la fruta cosechada.

El pre-enfriamiento con agua puede realizarse por inmersión o aspersión. En el primero la fruta se sumerge en agua limpia y fría (5°C) por 15 a 30 minutos, mientras que en el segundo se pasa bajo regaderas, donde se rocía agua a baja presión.

Cuando el enfriamiento se realiza con aire pueden utilizarse túneles de ventilación o sistemas más sencillos, como cuartos o cámaras cerradas, con materiales aislantes, un extractor y una cortina de humidificación. Esta última evita que el aire además de remover el calor, deshidrate la fruta.

#### **7.5. Lavado y desinfección**

La limpieza: Se ocupa de la remoción de los residuos, impurezas y demás suciedad visible. Puede realizarse por métodos secos como tamizado y cepillado; o por métodos húmedos como inmersión o aspersión. Estos últimos son más eficientes, pero requieren de un secado posterior para evitar el desarrollo de microorganismos. Además exige un control escrupuloso del estado sanitario del agua, de los equipos y herramientas utilizadas, la eliminación adecuada de los desechos y el cuidado posterior del producto ya lavado.

Desinfección: Esta labor busca eliminar los gérmenes, los microorganismos y las sustancias



químicas residuales después de la limpieza. Para hacer una buena desinfección es importante tener en cuenta el desinfectante, la concentración y la forma de aplicación además de tener el cuidado necesario durante la manipulación y aplicación, dado su grado de toxicidad y residualidad.

Estas operaciones son poco practicadas por los productores de pitahaya, argumentando que esto solo incrementa la velocidad de deterioro de la fruta, favoreciendo el desarrollo de hongos. Esta situación puede ser ocasionada por una desinfección ineficiente, lo que deja microorganismos en la superficie de la fruta, los cuales pueden desarrollarse posteriormente, si encuentran las condiciones que lo favorezcan, esto es alta humedad y temperatura. Por lo tanto es necesario garantizar la eficiencia de la desinfección y realizar un secado posterior, además de almacenar la fruta en lugares frescos y limpios.

El desinfectante más usado y recomendado por sus bajos costos es el hipoclorito de sodio a concentraciones de 0.01% (100 mg/L equivalente a 100 ppm).

Existe un prototipo para lavado, desinfección y secado, desarrollado por productores de pitahaya de Colombia, que tiene la forma de un tambor horizontal rotatorio.

El principio es colocar la fruta dentro de un cilindro y en una batea la solución de desinfectante, de tal manera que el tambor gire lentamente, para no maltratar la fruta, manteniendo siempre sumergida la mitad del tambor en la batea. Esto facilita el contacto entre la solución y la pitahaya. Después en el mismo equipo se hace el secado de la fruta, evacuando el agua de la batea y poniendo en funcionamiento el ventilador que se encuentra en la parte superior de la estructura.

Es importante tener en cuenta que además de la fruta, se tiene que limpiar y desinfectar todos los implementos de protección y trabajo (uniformes, guantes, delantales), de la infraestructura (salas o mesas de despitonado, clasificación, aireación, secado, preenfriamiento y almacenamiento), de la herramienta y en especial del personal, son aspectos de gran importancia a lo largo de todo el manejo cosecha y poscosecha de la fruta. Además es importante separar el área de trabajo de la de servicios, para evitar la contaminación de los productos. Estas medidas contribuyen a la reducción del daño y pérdida de la fruta.

## 7.6. Secado

El exceso de humedad superficial de los productos hortofrutícolas favorece el ataque de microorganismos, en especial de hongos, por lo cual es necesario retirar esta humedad antes de llevarlos al almacenamiento.

La mayoría de las frutas se dejan escurrir en las mismas canastillas, lo cual es una buena opción cuando se tiene una ventilación natural adecuada y se realice en lugares alejados de focos de contaminación.

Si el producto presenta alta susceptibilidad al daño por humedad, puede utilizarse la ventilación forzada con aire caliente o túneles de secado.

La exposición de la fruta al aire libre es el método más utilizado para el secado de la pitahaya, cuando realizan la limpieza y desinfección en húmedo. La mayoría de las veces la pitahaya es dispuesta en canastillas, mientras que en otras ocasiones la dejan a granel.

## 7.7. Clasificación

Consiste en separar los frutos sanos y limpios en grupos con características similares de tamaño, color, firmeza, textura y apariencia.

Las variables de selección, clasificación, presentación y empaque deben ser definidas claramente por el comprador o el mercado, con lo cual se puede planear tanto la cosecha como la poscosecha, aumentando los rendimientos de estas labores y asegurando la entrega de una fruta acorde con las exigencias del mercado.

El criterio utilizado para la clasificación es el calibre o tamaño, teniendo en cuenta los valores de la Tabla 2. En esta cadena se manejan tres tamaños, que catalogan la fruta como extra (calibre 8), primera (calibre 9) y segunda (calibre 12). La fruta que presenta daños fitosanitarios graves, como estados avanzados del hongo o que son muy pequeñas (calibres del 16 al 20) o presentan cortes o daños mecánicos se clasifican en un último grupo o terceras, el cual se comercializa a muy bajo precio.

Esta clasificación se realiza manualmente a criterio del trabajador, quienes dada la experiencia en esta tarea, no cometen mayores errores. Se recomienda un máximo de 6 horas de trabajo y comodidad.

La clasificación manual se puede realizar utilizando canastillas por cada calibre. Para mayor comodidad se puede utilizar una estructura diseñada por productores de pitahaya de Colombia, con espacio para tres canastillas y una balanza. Se pueden implementar canastillas de colores diferentes por cada tipo de calibre.

La segunda propuesta corresponde a una clasificadora mecánica, implementada con fajas transportadoras, recomendada para altos volúmenes, es decir en picos de cosecha. Presenta mayor capacidad, velocidad y complejidad desde el punto de vista de precisión y control, pero de fácil operación y mantenimiento.



## 7.8. Empaque

Las funciones básicas que debe cumplir un sistema de empaque y embalaje son:

- ▶ Proteger contra daños mecánicos (compresión, vibración, abrasión, golpes, etc.); contra pérdidas de humedad (deshidratación) y; contra contaminación y daño por microorganismos, pájaros y roedores. Además puede proporcionar una atmósfera modificada benéfica.
- ▶ En cuanto a comercialización, cumple función de marketing, el empaque debe exhibir el producto ante los ojos del comprador, promover las fortalezas del producto y debe efectuar la venta con plena satisfacción para todos los integrantes de la cadena de comercialización.

Tener en cuenta las siguientes recomendaciones:

- ▶ El contenido del empaque debe ser homogéneo, compuesto únicamente por frutos del mismo origen, variedad, categoría, color y calibre. La parte visible del contenido del empaque debe ser representativa del conjunto.
- ▶ Los materiales utilizados en el interior del empaque deben ser nuevos, limpios, de manera que no puedan causar a los frutos alteraciones externas o internas. Se acepta el uso de papeles o etiquetas con indicaciones comerciales, siempre que se utilicen materiales no tóxicos y que permitan ser posteriormente reciclados. Los empaques deben estar exentos de cualquier cuerpo y olor extraño.
- ▶ La pitahaya debe acondicionarse y comercializarse en un material adecuado que reúna las condiciones de calidad, higiene, limpieza, ventilación y resistencia necesarias para asegurar una manipulación, transporte y conservación apropiados a las pitahayas.

### **Empaques para el mercado interno:**

Se pueden utilizar canastillas plásticas cuyas medidas externas son 600 x 400 x 250 mm. Se debe empaçar en máximo dos capas dependiendo del calibre de la fruta y con un peso que no exceda de 13 kg (Figura 17A).

### **Empaques para el mercado de exportación:**

Se pueden presentar en envase rígidos de cartón corrugado, madera o la combinación de ellos. La más comercial son las cajas de cartón telescópicas de 6 kg de capacidad. Puede llevar separadores (de pulpa de celulosa o de cartón) y/o una capa amortiguadora en la base (Figura 17B).



**Figura 17.** Empaque: A) para el mercado interno; y B) para el mercado de exportación; (Norma Técnica Colombiana- NTC 3554, 1996)

## 7.9. Rotulado

Cada empaque deberá llevar la siguiente información con caracteres visibles:

- A. Dirección, marca comercial y n° de lote).
- B. Naturaleza del producto: "Pitahaya amarilla".
- C. Origen del producto y región productora.
- D. Características comerciales.
  - ▶ Fecha de empaque.
  - ▶ Calibre.
  - ▶ Masa neta en el momento de empaque.
  - ▶ Coloración en el momento de empaque.
- E. Identificación del exportador o distribuidor (nombre y dirección).
- F. Impresión de la simbología que indique el manejo adecuado del producto, según legislación peruana.

## 7.10. Almacenamiento

El almacenamiento de productos frescos, busca incrementar la vida útil, asegurar una oferta constante y reducir la oscilación en los precios.

Existe gran variedad de formas de almacenamiento las cuales tienen en común la disminución de los procesos fisiológicos, como la respiración y la transpiración; y con ello reducir la velocidad de degradación de la fruta a través del control de la temperatura, la humedad relativa, la concentración de gases como el CO<sub>2</sub>, etileno y O<sub>2</sub>. Su eficiencia se mide por la cantidad de tiempo que puede mantenerse la calidad del producto.

### 7.10.1. Tipos de operaciones de almacenamiento

- A. **Almacenamiento natural:** Los productos se conservan sin ningún tratamiento artificial. El fruto se deja en la planta por tanto tiempo como sea posible, retrasando la cosecha.
- B. **Almacenamiento artificial:** se proporcionan condiciones para prolongar el aprovechamiento del producto. Entre estos se tienen el tipo subterráneo o sótano y el almacenamiento sobre tierra o bodegas, en el cual la bodega debe construirse con aislante adecuado contra la radiación solar y debe permitir la entrada de aire frío durante la noche.

### 7.10.2. Almacenamiento en atmósfera modificada y controlada

Corresponden a almacenamiento del producto en empaques o cuartos en los que los niveles de dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) son más altos que en el aire, mientras que los de oxígeno ( $\text{O}_2$ ) son menores.

Los empaques son los medios más utilizados para alcanzar las atmósferas modificadas, ya que constituyen una barrera para el libre movimiento de los gases. Esta barrera depende del material del empaque y de la velocidad del aire alrededor del producto.

Estudios previos han evaluado películas de polietileno (PE) y polipropileno (PP), perforadas y sin perforar, para el almacenamiento de pitahaya verde y pintoná tanto a temperatura ambiente como refrigerada ( $10\text{ }^\circ\text{C}$ ). El almacenamiento de la pitahaya a temperatura ambiente  $22\text{ }^\circ\text{C}$ , empacada en bolsas de PE y PP no mostraron resultados favorables. En el caso de la pitahaya refrigerada se alcanzaron tiempos de conservación de la fruta de 21 días en buenas condiciones, para todos los tratamientos. El uso de PE y PP también reducen la pérdida de peso de la fruta.

### 7.10.3. Temperatura y humedad relativa de almacenamiento y transporte

Las recomendaciones para el almacenamiento y transporte refrigerado de la fruta para mercado interno y exportación son:

- ▶ Temperatura  $7\text{ }^\circ\text{C}$  a  $10\text{ }^\circ\text{C}$ .
- ▶ Humedad relativa 85 % a 90 %
- ▶ Tiempo máximo: 25 días



### 7.11. Operaciones complementarias

**Encerado:** Es una operación aplicable en algunas frutas y hortalizas que contribuye a reducir su deshidratación al crear una barrera que limita la pérdida de agua. En algunas ocasiones puede añadirse algún desinfectante a la cera para proteger al producto de los microorganismos. El encerado es una práctica común en los cítricos y se ha venido expandiendo hacia otros frutos. Con la pitahaya se hicieron ensayos con diferentes ceras, entre la cuales estaba la carnauba, la parafina, la colofonia, sin obtener mayores ventajas en cuanto a tiempo de vida útil; por lo cual es necesario seguir investigando con otros insumos de encerado.

## Referencias bibliográficas

- Agraria. (2020). Perú exportó pitahaya por US \$ 59 mil en 2019. *Agraria.Pe*, 2. <https://agraria.pe/noticias/peru-exporto-pitahaya-por-us-59-mil-en-2019-20877>
- AOAC. (1997). *Official methods of analysis of AOAC international* (16th ed). Association of Analytical Chemists.
- AOAC. (2005). *Official Methods of Analysis* (H. William & G. J. Latimer (eds.); 18a ed.).
- Bauer, R. (2003). *A synopsis of the tribe Hylocereeae F. Buxb.* Hunt.
- Díaz, J. U. (2005). Biología y manejo postcosecha de pitahaya roja y amarilla (*Hylocereus* spp., y *Selenicereus* spp). *La Calera*, 5(6), 44–49.
- García, P., Vega, J., Jimenez, P., Santos, J., & Robert, P. (2013). Alpha-tocopherol microspheres with cross-linked and acetylated inulin and their release profile in a hydrophilic model. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 115(7), 811–819. <https://doi.org/10.1002/ejlt.201200109>
- Norma Técnica Colombiana-NTC 3554, (1996).
- Jiménez-Esparza, L. O., González-Parra, M. M., Cruz-Tobar, S. E., Santana-Mayorga, R., & Villacís Aldaz, L. A. (2017). Análisis poscosecha de frutos de pitahaya amarilla (*Cereus triangularis* Haw.), a distintos niveles de madurez y temperatura. *Journal of the Selva Andina Biosphere*, 5(2), 107–115. <https://doi.org/10.36610/j.jsab.2017.050200107>
- Kishore, K. (2016). Phenological growth stages of dragon fruit (*Hylocereus undatus*) according to the extended BBCH-scale. *Scientia Horticulturae*, 213, 294–302. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2016.10.047>
- Luchsinger, L., & Walsh, C. S. (1997). Problemática de la exportación de duraznos, nectarines y ciruelas: Índices de cosecha. *Aconex*, 55, 5–10.
- Magaña, W., Sauri, E., Corrales, J., & Saucedo, C. (2013). Variaciones bioquímicas-fisiológicas y físicas de las frutas de pitahaya (*Hylocereus undatus*) almacenadas en ambiente natural. *Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha*, 14(1), 21–30.
- Mercado-Silva, E. M. (2018). Pitaya—*Hylocereus undatus* (Haw). In S. Rodrigues, E. Silva, & E. De Brito (Eds.), *Exotic Fruits* (pp. 339–349). Elsevier Inc. <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-803138-4.00045-9>



- Obenland, D., Cantwell, M., Lobo, R., Collin, S., Sievert, J., & Arpaia, M. L. (2016). Impact of storage conditions and variety on quality attributes and aroma volatiles of pitahaya (*Hylocereus* spp.). *Scientia Horticulturae*, 199, 15–22. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2015.12.021>
- Servicio Ecuatoriano de Normalización. (2003). *Frutas frescas: Pitahaya*. Requisitos.
- Servicio Ecuatoriano de Normalización. (2013). Productos vegetales y de frutas - Determinación de la acidez titulable (IDT). In *Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 750:2013* (Vol. 1998).
- Vásquez-Castillo, W., Aguilar, K., Vilaplana, R., Viteri, P., Viera, W., & Valencia-Chamorro, S. (2016). Calidad del fruto y pérdidas poscosecha de pitahaya amarilla (*Selenicereus megalanthus* Haw.) en Ecuador. *Agronomía Colombiana*, 34(1), S1081–S1083. <https://doi.org/10.15446/agron.colomb.v34n1supl.58279>
- Velásquez, S. de R., Guillen, S. V., Cedeño, G. A., Mendoza, J. J., & Ormaza, K. P. (2019). Calidad poscosecha de frutos de pitahaya (*Hylocereus undatus* Haw.) en tres estados de madurez. *Espamciencia*, 10(1), 8–13.





*Instituto Nacional de Innovación Agraria*



*Instituto Nacional de Innovación Agraria*

Av. La Molina 1981, La Molina  
(41 1) 240-2100 / 240-2350  
[www.inia.gob.pe](http://www.inia.gob.pe)



PERÚ

Ministerio  
de Desarrollo Agrario  
y Riego

ISBN: 978-9972-44-080-9



9 789972 440809