

**UNIVERSIDAD NACIONAL  
TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS**



**FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AGRARIAS  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRÓNOMA**

**TESIS PARA OBTENER  
EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERA AGRÓNOMA**

**INFLUENCIA DEL ESTADO DE MADUREZ EN LAS  
CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS Y  
NUTRICIONALES DE PITAHAYA AMARILLA  
(*Hylocereus megalanthus*) BAJO SISTEMA DE TUTOR**

**Autor: Bach. Carla Julissa Canicoba Rubio.**

**Asesor: Ph.D. Ives Julian Yoplac Tafur.**

**Registro: (.....)**

**CHACHAPOYAS – PERÚ**

**2022**

**DATOS DEL ASESOR:**

Ph.D. Ives Julian Yoplac Tafur

DNI N° 33432054

Registro ORCID N° 0000-0001-9524-1584

<https://orcid.org/0000-0001-9524-1584>

**Campo de la Investigación y Desarrollo, según la organización para la**

**Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE):**

**4.00.00-Ciencias agrícolas**

**4.01.00-Agricultura, Silvicultura, Pesquería**

**4.01.06- Agronomía**

## **DEDICATORIA**

Con respeto y consideración primeramente a mis queridos padres Paz y Carlos por darme la vida y ser mi pilar fundamental en la formación de mi carrera profesional.

A mis abuelitos Humberto y Francisca quienes me brindaron mucho apoyo desde pequeña para ser una persona de bien.

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios por guiarme siempre por un buen camino y permitirme cumplir todos mis objetivos propuestos en esta etapa de mi vida.

A mi madre por ser mi pilar fundamental, por su apoyo moral y económico en esta etapa profesional de mi vida y en la elaboración de este trabajo investigativo, Asimismo a mi padre por todos sus consejos y enseñanzas para ir por un buen camino.

A mis abuelitos por brindarme las mejores enseñanzas y formación desde pequeña.

A la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza por acogerme en la familia toribiana y brindarme todas las oportunidades y enseñanzas en mi formación profesional como Ingeniera Agrónoma en particular a la familia FICA.

Mi más sincero agradecimiento a todos los ingenieros de la facultad de Ciencias Agrarias por brindarme todas las enseñanzas y compartir muchos conocimientos académicos con mi persona.

Al Ph.D. Ives Julian Yoplac Tafur por asesorarme en el presente trabajo de investigación para obtener el título profesional de Ingeniero Agrónoma.

Al Dr. River Chávez por apoyarme con los frutos de pitahaya amarilla que se utilizaron en la presente investigación.

A todos mis compañeros, familia y amigos por compartir muchos conocimientos e ideas para la elaboración de mi trabajo investigativo.

**AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ  
DE MENDOZA DE AMAZONAS**

**Dr. POLICARPIO CHAUCA VALQUI  
RECTOR**

**Dr. MIGUEL ÁNGEL BARRENA GURBILLÓN  
VICERRECTOR ACADÉMICO**

**Dra. FLOR TERESA GARCÍA HUAMÁN  
VICERRECTORA DE INVESTIGACIÓN**

**M.S c. ARMSTRONG BARNARD FERNÁNDEZ JERI  
DECANO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AGRARIAS**

## VISTO BUENO DEL ASESOR DE LA TESIS



UNTRM

REGLAMENTO GENERAL  
PARA EL OTORGAMIENTO DEL GRADO ACADÉMICO DE  
BACHILLER, MAESTRO O DOCTOR Y DEL TÍTULO PROFESIONAL

### ANEXO 3-K

#### VISTO BUENO DEL ASESOR DE TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL

El que suscribe el presente, docente de la UNTRM (X)/Profesional externo ( ), hace constar que ha asesorado la realización de la Tesis titulada Influencia del estado de madurez en las características físico-químicas y nutricionales de pitahaya amarilla (*Hylocereus megalanthus*) bajo sistema de tutor del egresado Carla Julissa Canicoba Robio de la Facultad de Ingeniería y Ciencias Agrarias Escuela Profesional de Ingeniería Agrónoma de esta Casa Superior de Estudios.



El suscrito da el Visto Bueno a la Tesis mencionada, dándole pase para que sea sometida a la revisión por el Jurado Evaluador, comprometiéndose a supervisar el levantamiento de observaciones que formulen en Acta en conjunto, y estar presente en la sustentación.

Chachapoyas, 01 de abril de 2022

  
Firma y nombre completo del Asesor  
Ph.D. Jves J. Yoplac Tafur  
Asesor

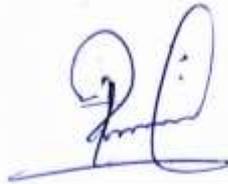
## JURADO EVALUADOR DE LA TESIS



---

Ph.D. LIGIA MAGALI GARCÍA ROSERO

**PRESIDENTE**



---

Ing. Ms. ROBERT JAVIER CRUZALEGUI FERNÁNDEZ

**SECRETARIO**



---

Ing. Ms.C. CÉSAR GUEVARA HOYOS

**VOCAL**

# CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DE LA TESIS



**UNTRM**

**REGLAMENTO GENERAL**  
PARA EL OTORGAMIENTO DEL GRADO ACADÉMICO DE  
BACHILLER, MAESTRO O DOCTOR Y DEL TÍTULO PROFESIONAL

## ANEXO 3-0

### CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DE LA TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL

Los suscritos, miembros del Jurado Evaluador de la Tesis titulada:

Influencia del estado de madurez en las características físico-químicas y nutricionales de pitahaya amarilla (*Hylocereus megalanthus*) bajo sistema de tutor.

presentada por el estudiante ( )/egresado (X) Canicoba Rubio Carla Julissa

de la Escuela Profesional de Ingeniería Agrónoma

con correo electrónico institucional 7312140361@untrm.edu.pe

después de revisar con el software Turnitin el contenido de la citada Tesis, acordamos:

- La citada Tesis tiene 16 % de similitud, según el reporte del software Turnitin que se adjunta a la presente, el que es menor (X) / igual ( ) al 25% de similitud que es el máximo permitido en la UNTRM.
- La citada Tesis tiene \_\_\_\_\_ % de similitud, según el reporte del software Turnitin que se adjunta a la presente, el que es mayor al 25% de similitud que es el máximo permitido en la UNTRM, por lo que el aspirante debe revisar su Tesis para corregir la redacción de acuerdo al Informe Turnitin que se adjunta a la presente. Debe presentar al Presidente del Jurado Evaluador su Tesis corregida para nueva revisión con el software Turnitin.



Chachapoyas, 19 de Abril del 2022

  
SECRETARIO

  
PRESIDENTE

  
VOCAL

OBSERVACIONES:

.....  
.....

# ACTA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS



**UNTRM**

**REGLAMENTO GENERAL**  
PARA EL OTORGAMIENTO DEL GRADO ACADÉMICO DE  
BACHILLER, MAESTRO O DOCTOR Y DEL TÍTULO PROFESIONAL

## ANEXO 3-Q

### ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL

En la ciudad de Chachapoyas, el día 19 de Mayo del año 2022, siendo las 17:00 horas, el aspirante: Carla Julissa Canicoba Rubio, defiende en sesión pública presencial (X) / a distancia ( ) la Tesis titulada: Influencia del Estado de Madurez en las Características Físico-Químicas y Nutricionales de Pitahoya Amarillo (Hylacereus megalanthus) Bajo Sistema de TMS teniendo como asesor a Ph.D. Ives Julian Yoptac Tafur, para obtener el Título Profesional de Ingeniera Agrónoma, a ser otorgado por la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas; ante el Jurado Evaluador, constituido por:

Presidente: Ph.D. Lilia Nagali García Rojas

Secretario: M. Ing. Robert Javier Cruzado Fernández

Vocal: M. Ing. César Guzmán Hoyos

Procedió el aspirante a hacer la exposición de la Introducción, Material y métodos, Resultados, Discusión y Conclusiones, haciendo especial mención de sus aportaciones originales. Terminada la defensa de la Tesis presentada, los miembros del Jurado Evaluador pasaron a exponer su opinión sobre la misma, formulando cuantas cuestiones y objeciones consideraron oportunas, las cuales fueron contestadas por el aspirante.

Tras la intervención de los miembros del Jurado Evaluador y las oportunas respuestas del aspirante, el Presidente abre un turno de intervenciones para los presentes en el acto de sustentación, para que formulen las cuestiones u objeciones que consideren pertinentes.

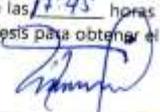
Seguidamente, a puerta cerrada, el Jurado Evaluador determinó la calificación global concedida a la sustentación de la Tesis para obtener el Título Profesional, en términos de:

Aprobado (  )

Desaprobado ( )

Otorgada la calificación, el Secretario del Jurado Evaluador lee la presente Acta en esta misma sesión pública. A continuación se levanta la sesión.

Siendo las 12:45 horas del mismo día y fecha, el Jurado Evaluador concluye el acto de sustentación de la Tesis para obtener el Título Profesional.

  
SECRETARIO

  
PRESIDENTE

  
VOCAL

OBSERVACIONES:

## ÍNDICE DEL CONTENIDO GENERAL

DATOS DEL ASESOR: .....	ii
DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTO .....	iv
AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS.....	v
VISTO BUENO DEL ASESOR DE LA TESIS .....	vi
JURADO EVALUADOR DE LA TESIS.....	vii
CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DE LA TESIS.....	viii
ACTA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS.....	ix
NDICE DEL CONTENIDO GENERAL .....	x
ÍNDICE DE TABLAS .....	xi
ÍNDICE DE FIGURAS .....	xii
RESUMEN .....	xiv
ABSTRACT.....	xv
I. INTRODUCCIÓN .....	16
II. MATERIAL' Y MÉTODOS.....	24
2.1. Materiales, reactivos y equipos.....	24
2.2. Metodología.....	25
2.3. Evaluaciones realizadas .....	28
2.4. Análisis de datos.....	31
III. RESULTADOS .....	33
IV. DISCUSIÓN.....	54
VI. CONCLUSIONES .....	59
VI. RECOMENDACIONES .....	60
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	61
ANEXOS.....	67

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Investigaciones realizadas de la influencia del estado de madurez en las características físico-químicas y nutricionales de pitahaya amarilla .....	22
<b>Tabla 2.</b> Tratamientos que se evaluaron en la investigación.....	27
<b>Tabla 3.</b> Parámetros de color de epicarpio (cascará), de los frutos de pitahaya amarilla, a diferentes estados de madurez y días de evaluación .....	36
<b>Tabla 4.</b> Composición bioquímica (nutricional) del mesocarpio y endocarpio del fruto de pitahaya amarilla en base seca .....	51

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Estructura del fruto en desarrollo y maduro de pitahaya amarilla ( <i>Hylocereus megalanthus</i> ) (Yoplac et al., 2021).....	18
<b>Figura 2.</b> Mapa de ubicación geográfica del material de estudio. ....	25
<b>Figura 3.</b> Diagrama de flujo de procesamiento experimental de la investigación. ....	26
<b>Figura 4.</b> Longitud de fruto de pitahaya amarilla a diferentes estados de madurez y días de evaluación. ....	33
<b>Figura 5.</b> Diámetro de fruto de pitahaya amarilla a diferentes estados de madurez y días de evaluación. ....	34
<b>Figura 6.</b> Volumen del fruto de pitahaya amarilla a diferentes estados de madurez y días de evaluación. ....	37
<b>Figura 7.</b> Peso del fruto de pitahaya amarilla a diferentes estados de madurez y días de evaluación. ....	38
<b>Figura 8.</b> Espesor de epicarpio del fruto de pitahaya amarilla a diferentes estados de madurez y días de evaluación. ....	39
<b>Figura 9.</b> Espesor de mesocarpio y endocarpio del fruto de pitahaya amarilla a diferentes estados de madurez y días de evaluación.....	40
<b>Figura 10.</b> Contenido de epicarpio del fruto de pitahaya amarilla a diferentes estados de madurez y días de evaluación. ....	41
<b>Figura 11.</b> Contenido de mesocarpio y endocarpio del fruto de pitahaya amarilla a diferentes estados de madurez y días de evaluación. ....	42
<b>Figura 12.</b> Pérdida de peso del fruto de pitahaya amarilla pitahaya a diferentes estados de madurez y días de evaluación. ....	43
<b>Figura 13.</b> Firmeza del fruto de pitahaya amarilla a diferentes estados de madurez y días de evaluación. ....	44
<b>Figura 14.</b> Materia seca del fruto de pitahaya amarilla a diferentes estados de madurez y días de evaluación.....	45
<b>Figura 15.</b> Porcentaje de agua del fruto de pitahaya amarilla a diferentes estados de madurez y días de evaluación. ....	46
<b>Figura 16.</b> pH del fruto de pitahaya amarilla a diferentes estados de madurez y días de evaluación. ....	47
<b>Figura 17.</b> Sólidos solubles totales del fruto de pitahaya amarilla a diferentes estados de madurez y días de evaluación. ....	48

<b>Figura 18.</b> Acidez titulable del fruto de pitahaya amarilla a diferentes estados de madurez y días de evaluación. ....	49
<b>Figura 19.</b> Índice de madurez del fruto de pitahaya amarilla a diferentes estados de madurez y días de evaluación. ....	50
<b>Figura 20.</b> Contenido de fenoles totales de mesocarpio y endocarpio del fruto de pitahaya amarilla a diferentes estados de madurez y días de evaluación. ....	52
<b>Figura 21.</b> Contenido de capacidad antioxidante del mesocarpio y endocarpio del fruto de pitahaya amarilla a diferentes estados de madurez y días de evaluación. ....	53

## RESUMEN

La pitahaya amarilla (*Hylocereus megalanthus*), es una fruta exótica con alto valor comercial en el mercado nacional e internacional como fruta fresca, sin embargo, no se evidencian estudios a nivel regional y nacional que permitan establecer el estado de madurez óptimo de cosecha. Por lo cual, la presente investigación tuvo como objetivo determinar la influencia del estado de madurez en las características físico-químicas y nutricionales de pitahaya amarilla (*Hylocereus megalanthus*) cultivada bajo sistema de tutor. Se emplearon tres tratamientos que correspondieron a los frutos de pitahaya amarilla en tres estados de madurez (T1: verde, T2: pintón y T3: maduro), los cuales fueron almacenados a 16 °C por 20 días. Se evaluaron los cambios físico-químicos con 5 repeticiones por tratamiento; también se evaluaron la composición nutricional y funcional, empleando el mesocarpio y endocarpio de pitahaya amarilla en base seca con 3 repeticiones por tratamiento. Se empleó un Diseño Completamente Aleatorio (DCA) y los datos fueron evaluados con un análisis de varianza ( $\alpha=5\%$ ) y prueba de comparación múltiple de Tukey ( $p<0,05$ ). Los resultados mostraron diferencias significativas entre tratamientos para la mayoría de las variables evaluadas, excepto para longitud, diámetro, peso del fruto y firmeza. En conclusión, el estado de madurez influye significativamente en las características físico-químicas y nutricionales de pitahaya amarilla.

**Palabras Claves:** Análisis proximal, cambios físico-químicos, capacidad antioxidante, DPPH, fenoles totales.

## ABSTRACT

The yellow pitahaya (*Hylocereus megalanthus*), is an exotic fruit with high commercial value in the national and international market as fresh fruit, however there are no evidence of studies at the regional and national levels that allow establishing the optimal state of harvest maturity. Therefore, the present investigation aimed to determine the influence of the state of maturity on the physical-chemical and nutritional characteristics of yellow pitahaya (*Hylocereus megalanthus*) cultivated under a tutor system. Three treatments were used that corresponded to yellow pitahaya fruits in three stages of maturity (T1: green, T2: pintón and T3: mature), which were stored at 16 °C for 20 days. Physical-chemical changes were evaluated with 5 repetitions per treatment; The nutritional and functional composition was also evaluated, using the mesocarp and endocarp of yellow pitahaya on a dry basis with 3 repetitions per treatment. A Completely Randomized Design (DCA) was used and the data were evaluated with an analysis of variance ( $\alpha=5\%$ ) and Tukey's multiple comparison test ( $p<0.05$ ). The results showed significant differences between treatments for most of the variables evaluated, except for length, diameter, fruit weight and firmness. In conclusion, the state of maturity significantly influences the physical-chemical and nutritional characteristics of yellow pitahaya.

**Keywords:** Proximal analysis, physical-chemical changes, antioxidant capacity, DPPH, total phenols.

## **I. INTRODUCCIÓN**

### **1.1. Generalidades de la pitahaya amarilla**

Según Lim (2012), la pitahaya amarilla (*Hylocereus megalanthus*) es un cultivo perenne, perteneciente a la familia Cactaceae, subfamilia Cactoideae, orden Caryophyllales, dicha planta es originaria de Colombia, Venezuela, Bolivia, Perú y Ecuador. Esta viene siendo cultivada de forma limitada en Colombia y los frutos son exportados ocasionalmente a Europa y Canadá. Generalmente crece en árboles o tutores muertos en zonas secas, en su crecimiento tiene una arquitectura variable ya que es una planta epífita y hemiepífita (Kondo et al., 2013). Según Medina (2015), menciona que la pitahaya amarilla es una epífita facultativa; por lo que se explica su comportamiento trepador y tallo segmentado, que le favorece la emisión de sus raíces secundarias, requiriendo así la ayuda de un soporte o tutor.

La pitahaya amarilla mayormente crece en los bosques ribereños, con climas tropicales y subtropicales, las condiciones óptimas para su crecimiento se encuentran entre 500 y 1900 msnm, con una temperatura entre 18 y 25 °C, la pluviosidad fluctúa entre 1200 y 2500 mm año<sup>-1</sup> y la humedad relativa se encuentra entre 70 y 80 % (Vásquez et al., 2016). Esta cactacea tolera un poco de sombra, pero algunas veces puede resultar dañado por la luz solar extrema, aunque en sus países de origen prospera en lugares soleados. Asimismo, tolera condiciones de viento, pero si estos son muy fuertes o huracanes causan daños considerables a los enrejados o soportes y por consecuencia, a las plantas (Lim, 2012).

El cultivo de pitahaya amarilla requiere suelos de textura franco arenoso y franco arcilloso con buen drenaje, con altos contenidos de materia orgánica (>5). Algunas veces se presentan pudriciones en las raíces, debido a que los suelos no están bien drenados. El pH adecuado para el cultivo se encuentra entre 5,3 y 6,7 aunque se pueden usar suelos más alcalinos; sin embargo, en suelos que poseen altos contenidos de sales demora el desarrollo del cultivo (Kondo et al., 2013).

### **1.2. Cambios físico-químicos, e índice de madurez de la pitahaya amarilla**

Sotomayor et al. (2019) reporta que dentro de las características físico-químicas de pitahaya amarilla encontramos: el contenido de sólidos solubles (20,74 °Brix), acidez titulable (0,14), pH (4,86) cambios en su característica física del fruto como color, peso volumen, longitud, diámetro entre otros; los cuales van cambiando de acuerdo con su maduración.

Según Osterloh et al. (1996), reportan que el índice de madurez del fruto viene a ser la relación entre sólidos solubles totales (SST) y acidez titulable (ATT) en el sabor del fruto y del jugo, teniendo siempre en cuenta que cuando el fruto contiene un alto contenido de azúcares, el nivel de los ácidos debe ser suficientemente elevado para satisfacer el gusto del consumidor.

### **1.3. Composición química y funcional**

Díaz (2005), reporta que los frutos de pitahaya contienen una buena fuente de minerales (3,47 mg calcio /100 g, 30,2 mg fósforo/100g y 0,55 mg hierro/100g); glucosa 8 g/100 g; de fibra dietética 0,5 g/100 g y vitamina C 8 mg/100 g. Por otro lado, Ochoa et al. (2012) reportan que los azúcares más predominantes en el fruto de pitahaya amarilla son glucosa y fructosa, con pequeñas cantidades de sacarosa. La fruta de pitahaya contiene un valor energético más bajo que el banano, pero igual que el mango y piña; Asimismo su contenido de carbohidratos de 13,2 g/100 g es mucho menor a los frutos ya mencionados anteriormente, también contiene 85,4 g/100 g de agua menor al de la piña, pero mayor al banano y mango (Ruiz et al., 2020).

La pitahaya es considerada como un alimento funcional, porque aporta nutrimentos y sustancias funcionales capaces de producir efectos metabólicos, las personas que lo consumen son protegidas de enfermedades crónicas, ya que contiene una elevada capacidad para reducir la propagación de los radicales libres en el organismo. La pitahaya contiene 8mg/100g de vitamina C (Bolaños y Calero, 2015). Por otro lado, Ochoa et al. (2012) reportan que la pitahaya tiene un alto contenido de compuestos fenólicos (45,31 mg de ácido gálico/100 mL de jugo) y con alta capacidad antioxidante (160,84 mg de Trolox/100 mL de jugo).

### **1.4. Morfología y fisiología postcosecha**

La pitahaya amarilla es un cactus terrestre o epífita, con tallos carnosos, procumbentes, escandalosos (trepadores) o colgantes que producen raíces aéreas. Los tallos son robustos, verdes, de tres nervios, de 1,5 cm de grosor, con márgenes ligeramente ondulados, areolas blancas con 1-3 espinas amarillentas, de 2-3 mm de largo (Lim, 2012).

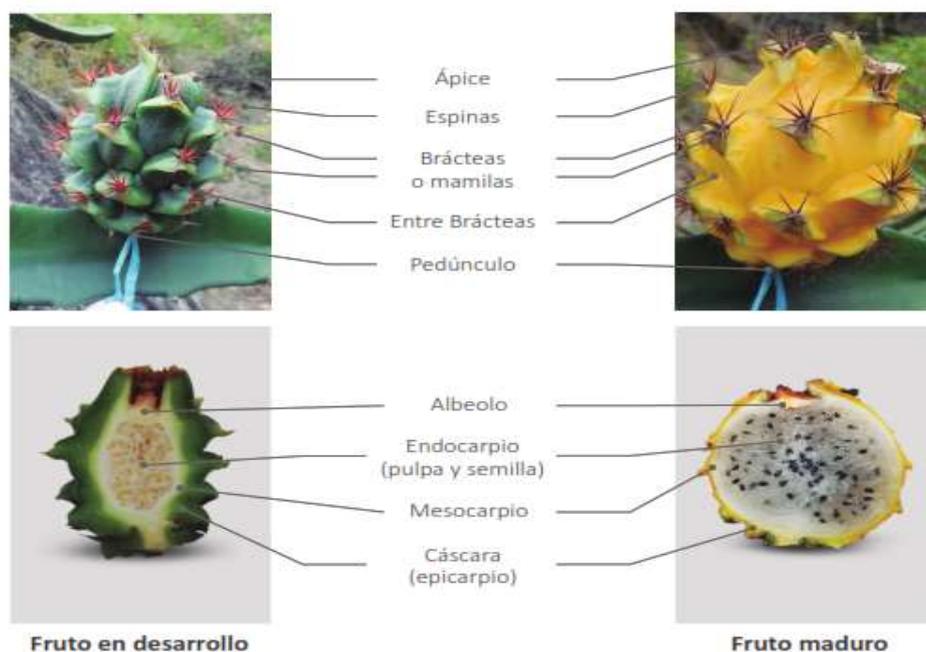
Las flores son nocturnas, grandes, blancas y en forma de embudo, de 32 a 38 cm de largo; pericarpelo (hypanthium) de ovoide a globoso con grandes tubérculos aplanados y aréolas espinosas, la antesis lo realizan en horas de la noche y en las primeras horas de la mañana cierran (Andrade y Ruano, 2016). Poseen un receptáculo en forma de tubo con una

longitud entre los 30 y 40 cm con varias protuberancias y brácteas donde nacen espinas largas, en el extremo nacen los sépalos de color amarillo y los pétalos blancos, ovario ínfero. Posee gran cantidad de estambres (más de 300) y su estigma presenta múltiples divisiones (Kondo et al., 2013).

Quijano et al. (2012), reporta que el fruto es de forma ovoide, tuberculado, espinoso con un diámetro de 7-9 cm, que antes de ser cosechados contienen espinas en sus mamilas, al comienzo es de color verde y cuando va madurando se torna a color amarillo, su peso se encuentra entre 150 y 380 g, con semillas negras incrustadas en una pulpa blanca dulce; su pulpa comestible tiene un sabor dulce y agradable. El fruto de pitahaya amarilla puede ser consumido como producto fresco o procesado ya sea en jugos, cocteles, helados, yogur y mermeladas (Lim, 2012). Como se muestra en la figura 1, el fruto de pitahaya amarilla en los extremos longitudinales está formado por el pedúnculo (une al fruto con el tallo) y ápice (cicatriz la cual evidencia que durante las primeras etapas de crecimiento el fruto estuvo unido a la flor); la parte externa del fruto está conformada por espinas, mamilas o brácteas y entre brácteas. Las demás partes, de afuera hacia dentro son: cascara o epicarpio, mesocarpio y endocarpio (pulpa y semilla) (Yoplac et al., 2021).

### Figura 1

*Estructura del fruto en desarrollo y maduro de pitahaya amarilla (Hylocereus megalanthus) (Yoplac et al., 2021).*



Según Díaz (2005), la pitahaya amarilla se clasifica como un fruto no climatérico, el cual contiene tasas de producción de etileno entre 0,025 a 0,091  $\mu\text{L}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{hr}^{-1}$ . Respecto a su tasa respiratoria, a los 19 días después de la floración, el crecimiento del fruto presenta una máxima tasa y conforme este madura disminuye. Los frutos maduros presentan una tasa de respiración que se encuentra dentro de los siguientes valores de 95 hasta 144  $\text{mg CO}_2 \text{ kg}^{-1}\cdot\text{hr}^{-1}$  a 20 °C y de 75 a 100  $\text{mg CO}_2 \text{ kg}^{-1}\cdot\text{hr}^{-1}$  a 23 °C. Por lo tanto, estos frutos deberán ser recogidos cuando alcanzan una madurez adecuada.

### **1.5. Sistemas de cultivo de pitahaya amarilla**

La pitahaya amarilla es caracterizada como una planta trepadora, debido a que posee raíces adventicias, por lo cual para su desarrollo necesita el soporte de un tutor, dicha estructura le brinda apoyo, evitando la unión directa del fruto con el suelo, asimismo el fruto estará más expuesto al sol logrando mayores rendimientos. Los tutores en plantas trepadoras son muy fundamentales porque permiten un buen soporte cuando estas son muy vigorosas y poseen numerosos frutos, además facilita las labores culturales como la fertilización, manejo fitosanitario, podas, cosecha, etc. (INTAGRI, 2020).

Existen diferentes tipos de tutores, algunos son fáciles de instalar, vida útil prolongada, mayor soporte e incluso los que son sumamente costosos. Según INTAGRI, (2020) clasifican como tutores vivos, tutores muertos y combinados, que a continuación se describen:

- a) **Tutores Muertos:** Son postes de madera o concreto en el cual la pitahaya trepa hasta llegar a la parte alta, donde distribuye sus ramas. También pueden ser mojoneras, que vienen a ser cúmulos de piedras que facilitan el “recargarse” de la planta conteniendo mayor soporte. Otra elección son las albarradas, especie de pared elaborada con piedras que ayudan a la planta en el anclaje y soporte. Estos tutores son caracterizados por tener una vida útil semejante a la vida productiva del cultivo. Los postes de madera con el pasar del tiempo empiezan a desgastarse, estos son sustituidos o colocados en conjunto con un tutor vivo. Los postes de concreto son de precios elevados, por lo tanto, pueden ajustarse o combinarse con otras estructuras, lo más común es que se les ponga una llanta, aro de metal, o estructuras de madera permitiendo así que la planta tenga una mayor distribución en la parte superior.
- b) **Tutores vivos:** Son árboles que se utilizan para que las raíces adventicias de la pitahaya logren adherirse al tallo y ramas de los árboles. Por lo cual se buscan especies

de excelente adaptación local y resistente; las leguminosas poseen una ventaja adicional de fijación de nitrógeno. Las especies generalmente más usadas son: madero negro o cacahuananche (*Gliricidia sepium*), helequeme (*Erythrina spp.*), jocote o ciruelo (*Spondias purpurea*) y Ficus. Estas se caracterizan por el rápido prendimiento de sus raíces en comparación con los tutores muertos, la corteza suave facilita buena adherencia de las raíces adventicias al cultivo. Asimismo, tienen tolerancia o resistencia al ataque de insectos perjudicos, enfermedades entre otros.

- c) **Tutores combinados:** La utilidad de estos tutores vivos como muertos en un mismo sistema de plantación es una alternativa viable, ya que los tutores vivos comúnmente son empleados para que la planta pueda trepar y los tutores muertos para que pueda desarrollarse y dar sostén al fruto, es decir los tutores muertos son colocados como complemento para poder cargar el mayor peso posible cuando el cultivo se encuentre completamente desarrollado y en etapa de floración y fructificación.

#### **1.6. Influencia del estado de madurez en los cambios y composición físico-químicas y funcional de la pitahaya amarilla**

Sotomayor et al. (2019), evaluaron los cambios físicos y químicos que ocurren durante el crecimiento y maduración de frutos de pitahaya amarilla en sus seis estados de madurez (0 verde oscuro a 6 completamente amarillo); observaron que el porcentaje de cáscara decreció de 55,93 a 33,40 % y el de pulpa se incrementó de 44,07 a 66,60 % entre el estado 0 y 6, respectivamente. Concluyeron que el fruto al llegar al estado 6 mostro menor firmeza de pulpa (6,20 N), acidez titulable (0,14 %), y mayor contenido de sólidos solubles (20,74 °Brix) y pH (4,86).

Por su lado Jiménez et al. (2017), evaluaron el comportamiento poscosecha de la pitahaya amarilla en diferentes estados de madurez (según color de cáscara, tierno: 15-25 % color amarillo, pintón: 50 % color amarillo y maduro: 75-90% color amarillo) y condiciones de almacenamiento (condiciones ambientales:  $16\pm 4$  °C y HR de 79 % y frío:  $6\pm 2$  °C y HR de 72-92%); observaron que no existen diferencias significativas respecto a pérdida de peso (PP) que varió entre 13,5 % y 9,3 %, así como para los sólidos solubles totales (SST) que varió entre 18,8 y 18,6 ° Brix.

Magaña et al. (2013), investigaron algunos atributos de calidad fisiológicos, bioquímicos y físicos durante la maduración de las frutas frescas de pitahaya amarilla a condiciones ambientales (26 °C y 70 % de HR); donde encontraron que las frutas perdieron peso en

un 8% desde el momento de su recolección hasta el sexto día, los valores de acidez disminuyeron desde 0,5 a 0,1%, el pH aumento desde 4 a 7, adicionalmente observaron que se incrementó el contenido de antocianinas, así como el patrón de respiración característico de las frutas no climatéricas.

Rodriguez et al. (2005), evaluaron el comportamiento postcosecha de la pitahaya amarilla, donde almacenaron 60 kg de fruta cosechada en estado 3 de madurez, de los cuales 30 kg fueron colocados en un cuarto a 19 °C y los 30 kg sobrantes en un cuarto frío a 8 °C; de igual manera se procedió con 60 kg de la fruta cosechada en estado 5 de madurez. Encontraron que las características físicas de las frutas cambiaron poco en estado 3, mientras tanto las químicas cambiaron a través del tiempo, respondiendo al proceso de maduración; las frutas tuvieron un tiempo de vida útil mayor de 19 días en estado 5 a 8 °C, estas mismas no presentaron cambios físico-químicos importantes. Por lo tanto, sugieren que los frutos deben ser cosechados en estado 3 de madurez y almacenados a una temperatura menor al ambiente (19 °C aprox.) y mayor a 8 °C.

Cañar et al. (2014), evaluaron la caracterización físico-química y proximal del fruto de pitahaya amarilla, donde cuantificaron ocho descriptores físicos, cuatro químicos y ocho proximales de acuerdo con la NTC 3554 y AOAC 1997. Encontraron que el peso de los frutos y pulpa evaluados fueron de 231,47 y 143,68 g, respectivamente. Asimismo, la pulpa de fruta presentó 14,70 °Bx, pH de 4,74, la relación cáscara/pulpa fue comercialmente viable (> 60%) y materia seca de 15,59 %; y por último reportaron que las variables de importancia industrial son el peso del fruto y sólidos solubles totales medido en grados brix (°Bx).

Bolaños y Calero, (2015), investigaron el efecto del estado de madurez y la temperatura de conservación sobre la calidad postcosecha y el contenido de compuestos bioactivos en frutos de pitahaya amarilla, cosechados en dos estados de madurez (4 y 5 en pitahaya) y conservados a 12°C durante 0, 4, 7 y 11 días. Las variables evaluadas fueron peso, pérdida de peso, calibre, firmeza, color, índice de madurez entre otros. Afirieron que la calidad postcosecha de la pitahaya es influenciado por el estado de madurez y por la temperatura de conservación.

Alvarado (2014), investigó las características físico-químicas del fruto de pitahaya amarilla y pitahaya roja; encontró que el fruto en las dos especies pierde aproximadamente un 16,98 % del peso de la fruta al terminar la postcosecha; los valores

de materia seca disminuyeron entre 15 y 17 % al final de la maduración para pitahaya roja y amarilla. Concluyo que la concentración de azúcares totales en ambas pitahayas presentaron un rápido patrón de respiración climatérica al comienzo de la maduración, los valores de acidez titulable del fruto fueron parecidos en ambos cultivares y oscilaron entre 1,20 y 1,28 % en forma general.

En la tabla 1 se muestra algunos resultados de diferentes autores que evaluaron la influencia del estado de madurez en las características físico-químicas y nutricionales de pitahaya amarilla.

**Tabla 1**

*Investigaciones realizadas de la influencia del estado de madurez en las características físico-químicas y nutricionales de pitahaya amarilla.*

Estados de Madurez	VARIABLES evaluadas	Resultados	Referencias
Frutos en dos estados de madurez (0 y 6).	Sólidos solubles totales (SST), pH y acidez titulable.	El fruto al llegar al estado 6 mostro acidez titulable (0,14 %), mayor contenido de sólidos solubles (20,74 °Brix) y pH (4,86).	Sotomayor et al. (2019)
Frutos (tierno: 15-25 % color amarillo, pintón: 50 % color amarillo y maduro: 75-90% color amarillo)	Peso	Reportaron que no existen diferencias significativas respecto a pérdida de peso (PP).	Jiménez et al. (2017)
No especifica	Peso Acidez titulable pH	Encontraron que las frutas perdieron peso en un 8% desde el momento de su recolección hasta el sexto día, los valores de acidez disminuyeron desde 0,5 a 0,1%, el pH aumento desde 4 a 7	Magaña et al. (2013)
Estado 3 de madurez	Peso, Firmeza, Acidez titulable, entre otros.	Encontraron que las características físicas de las frutas cambiaron poco en estado 3, mientras tanto las químicas cambiaron a través del tiempo.	Rodriguez et al. (2005)
No especifica	Cuantificaron ocho descriptores físicos, cuatro químicos y ocho proximales de acuerdo con la NTC 3554 y AOAC 1997.	Encontraron que el peso de los frutos y pulpa evaluados fueron de 231,47 y 143,68 g, la pulpa de fruta presentó 14,70 °Bx, pH de 4,74 y materia seca de 15,59 %.	Cañar et al. (2014)
Dos estados de madurez (4 y 5)	Peso, pérdida de peso, calibre, firmeza, color, índice de madurez entre otros.	Afirmaron que la calidad postcosecha de la pitahaya es influenciado por el estado de madurez.	Bolaños y Calero, (2015)
No especifica	Pérdida de peso, materia seca, sólidos solubles totales, acidez titulable.	Encontró que el fruto pierde aproximadamente un 16,98 % del peso de la fruta al terminar la postcosecha; los valores de materia seca disminuyeron entre 15 y 17 % al final de la maduración para pitahaya roja y amarilla.	Alvarado (2014)

Según la literatura revisada, no se evidenció el estudio de pitahaya amarilla en diferentes estados de madurez, en el Perú y sobre todo en la región Amazonas; es por ello, que el objetivo de la presente investigación fue determinar la influencia del estado de madurez en las características físico-químicas y nutricionales de pitahaya amarilla (*Hylocereus megalanthus*) cultivada bajo el sistema de tutor.

## II. MATERIAL Y MÉTODOS

### 2.1. Materiales, reactivos y equipos.

- Frutos de pitahaya amarilla (Verde, Pintón y Maduro).
- Brocha.
- Tijera de corte.
- Jabas cosecheras de plástico.
- Guantes.
- Baldes de plástico.
- Hipoclorito de sodio.
- Agua destilada.
- Refrigeradora.
- Papel toalla.
- Estufa.
- Cámara fotográfica.
- Placas Petri.
- Vernier.
- Balanza analítica.
- Vaso de precipitación.
- Colorímetro.
- Penetrómetro.
- Balanza de humedad termo-electrónica.
- Papel aluminio.
- Refractómetro.
- Espátulas.
- Peachimetro.
- Ácido cítrico.
- Naftalina.
- Probeta.
- Piceta.
- Papel filtro.
- Éter de petróleo.
- Canastillas de plástico.
- Equipo procesador de fibras.
- Ácido sulfúrico.
- Acetona.
- Desecador.
- Crisoles.
- Mufla.
- Vasos de metal.
- Cartullos de celulosa.
- Equipo soxhelt.
- Tubos de vidrio.
- Digestión de proteínas
- Bloque de digestión de proteínas.
- Destilador de nitrógeno.
- Matraz de Erlenmeyer.
- Equipo destilador de nitrógeno.
- Bureta digital.
- Espectrofotómetro UV-Vis.
- Centrífuga.
- Metanol.
- Mortero y pilón.
- Tubo folcon.
- Papel Whatman N°40.
- Vortex.
- Solución DPPH\*
- Reactivo de Folin-Ciocalteu.

## 2.2. Metodología,

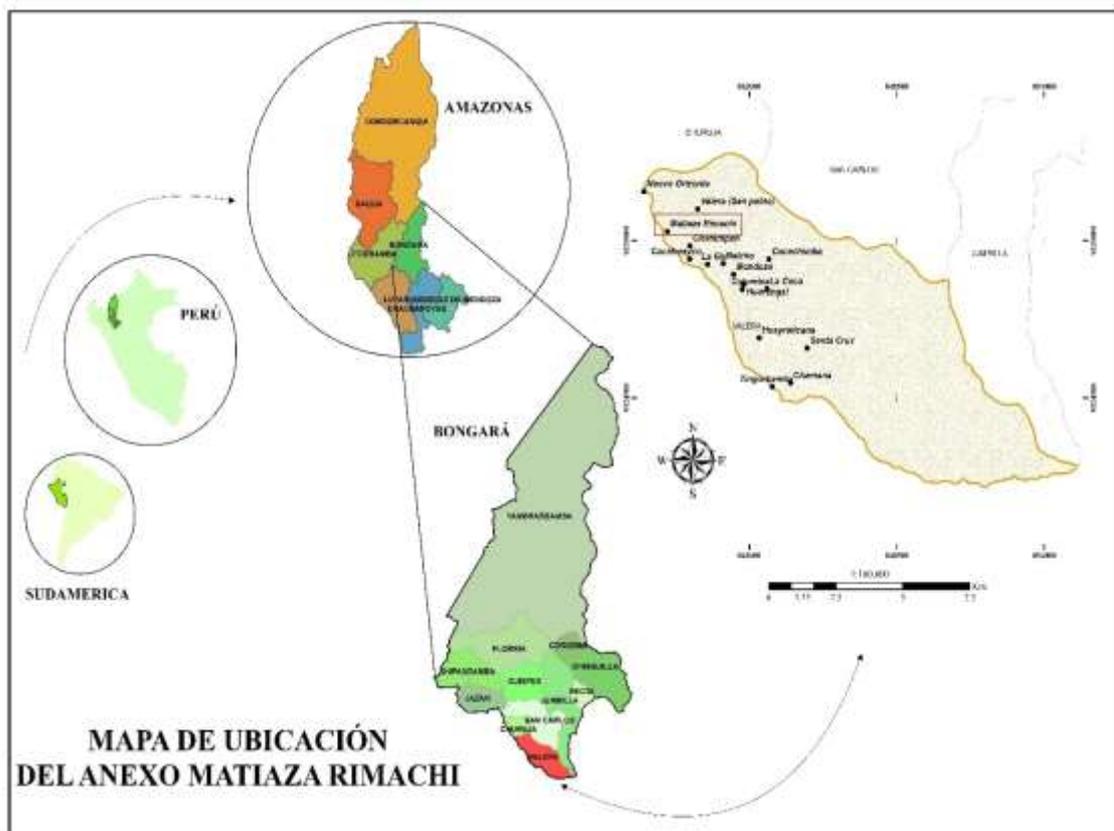
### 2.2.1. Lugar de estudio

En el presente trabajo de investigación se emplearon frutos de pitahaya amarilla (*Hylocereus megalanthus*) obtenidos del fundo “Don Machamo”, ubicado en el anexo de Matiaza Rimachi, distrito de Valera, provincia de Bongará, región Amazonas, Perú (Figura 2.).

El fundo se encuentra a 1420 m.s.n.m., con clima subtropical, temperatura promedio de 21 °C y humedad relativa (HR) de 80 %. Los frutos fueron donados por el sr. River Chávez Santos, dueño del fundo antes mencionados. Para la obtención de la muestra, se empleó un muestreo aleatorio simple.

### Figura 2

*Mapa de ubicación geográfica del material de estudio.*

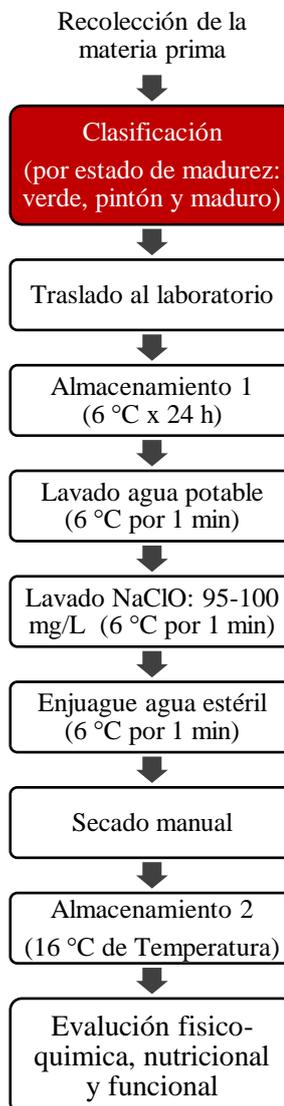


### 2.2.2. Procedimiento experimental

A continuación, se muestran y describen las etapas de la investigación (Figura 3).

**Figura 3**

*Diagrama de flujo de procesamiento experimental de la investigación.*



- **Recolección de la materia prima:** Los frutos de pitahaya amarilla, cultivadas bajo sistema de tutor, fueron recolectados del fundo denominado “Don Machamo”, indicado en la sección 2.1; se realizó teniendo en cuenta un muestreo aleatorio simple, considerando el color de la cascará del fruto. La recolección se realizó de manera manual con una tijera de corte, previa eliminación de las espinas realizada con una brocha o cepillo.

- **Clasificación:** Los frutos fueron clasificados de acuerdo con los estados de madurez (verde, pintón y maduro), teniendo en cuenta el porcentaje de cobertura del color amarillo de la cáscara. Los tratamientos (estado de madurez – EM) se distribuyeron tal como se muestra en la Tabla 2.

**Tabla 2**

*Tratamientos que se evaluaron en la investigación.*

Estado de madurez - EM (% color amarillo de cobertura de cáscara)	Tratamientos
Verde (25 – 50%)	T1: Verde
Pintón (50 – 75%)	T2: Pintón
Maduro (75 – 90%)	T3: Maduro

- **Traslado al laboratorio:** Los frutos clasificados fueron trasladados al laboratorio de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza (UNTRM), en jabas cosecheras de plástico.
- **Almacenamiento 1:** Posteriormente los frutos fueron almacenados en una refrigeradora comercial a 6 °C y humedad relativa (HR) superior al 90%, envasadas en bolsas plásticas por 24 horas.
- **Lavado en agua potable:** Se realizó el lavado por inmersión en agua potable a 6°C por 1 minuto, para eliminar la suciedad presente en la superficie del fruto.
- **Lavado en agua clorada:** Posteriormente se realizó un lavado del fruto en una solución de hipoclorito de sodio (NaClO: 95 - 100 mg·L<sup>-1</sup>, pH 6,5) a 6 °C por inmersión, durante 1 minuto, con la finalidad de eliminar patógenos presentes en la superficie del fruto.
- **Enjuague en agua estéril:** Se realizó enjuague del fruto por inmersión en agua estéril (agua destilada que 24 h antes fue autoclavada a 121 °C por 15 min, luego enfriada a 5 °C) por 1 minuto, para retirar los residuos de NaClO.
- **Secado manual:** se realizó un secado manual con el apoyo de un papel toalla absorbente.
- **Almacenamiento 2:** Se realizó por un periodo de 20 días a 16 °C; periodo durante el cual se realizaron evaluaciones durante los días 1, 5, 10, 15 y 20.

## 2.3. Evaluaciones realizadas

### 2.3.1. Cambios físicos

Las evaluaciones de los cambios físicos se realizaron los días 1, 5, 10, 15 y 20. Para las variables de longitud, diámetro, volumen y pérdida de peso se utilizaron las mismas frutas en todos los días de evaluación; y para las demás variables se utilizaron frutas diferentes. Se emplearon cinco repeticiones por tratamiento.

- **Longitud del fruto:** Se midió utilizando un vernier desde la zona unión peduncular hasta el ápice del fruto (Inicio y fin), los resultados se expresaron en mm, siguiendo la metodología planteada por Vásquez et al. (2016).
- **Diámetro del fruto:** Se midió la zona ecuatorial del fruto con un vernier y los resultados se expresaron en mm, siguiendo la metodología planteada por Vásquez et al. (2016).
- **Volumen del fruto:** Se realizó con la ayuda de un vaso de precipitación graduado, mediante el método de desplazamiento de volumen, los resultados se expresaron en mL (García, 2003).
- **Pérdida de peso del fruto:** Se calculó mediante la diferencia del peso final con el peso inicial, los resultados se expresaron en porcentajes, siguiendo la metodología planteada por Jiménez et al. (2017).
- **Color de epicarpio (cascará):** la medición de color se realizó según lo descrito por Osuna *et al.* (2011). Los parámetros de color ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ , Chroma- $C^*$  y hue- $h^*$ ) se midieron con la ayuda de un colorímetro CR-400 (Konica Minolta Co., Ltd., Osaka, Japón). El color se expresó como la diferencia de color total ( $\Delta E^*$ ), la que se calculó con la ecuación (01).

$$\Delta E^* = \sqrt{(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2} \quad (01)$$

Donde:

$\Delta L^*$ ,  $\Delta a^*$ ,  $\Delta b^*$  son los diferenciales entre el parámetro de color de las muestras y el parámetro de color de una cartulina blanca estándar utilizado como fondo o respaldo de la fruta.

Se realizaron pruebas de color en dos posiciones diferentes de las partes del fruto.

- **Peso del fruto, cáscara y endocarpio (pulpa + semilla):** Se pesó con una balanza analítica y los resultados se expresaron en g, siguiendo la metodología planteada por Sotomayor et al. (2019).
- **Espesor de cascará, mesocarpio y endocarpio:** Se midió con un vernier en 2 puntos diferentes, entre las mamilas del fruto, los resultados se expresaron en mm, siguiendo la metodología planteada por Vásquez et al. (2016).
- **Contenido de cascara, pulpa y semilla:** Los pesos se realizaron con una balanza analítica y los resultados se obtuvieron por las diferencias de las lecturas entre el valor inicial y el valor final, el resultado se expresó en porcentaje, siguiendo la metodología planteada por Sotomayor et al. (2019).
- **Firmeza:** Se midió en dos puntos de las caras contrarias a nivel de la zona ecuatorial del fruto, previamente en la zona de medición se retiró el epicarpio, se realizó con un penetrómetro equipado con una de punta 4 mm y los resultados se expresaron en N, siguiendo la metodología planteada por Vásquez et al. (2016).
- **Materia seca y porcentaje de agua de la pulpa:** se utilizó una balanza de humedad termo-electrónica, los resultados se expresaron en porcentaje, siguiendo la metodología planteada por Rodríguez et al. (2005).

### 2.3.2. Cambios químicos

Las evaluaciones de las características químicas se realizaron los días 1, 5, 10, 15 y 20. Se emplearon cinco repeticiones por tratamiento. Se consideraron las variables siguientes:

- **Contenido de sólidos solubles totales (SST):** Con la ayuda de un refractómetro se midió al jugo del fruto, estos resultados se expresaron en °Brix (° Bx), teniendo en cuenta el método refractométrico según AOAC N° 932.12 (AOAC, 2005).
- **Acidez titulable (AT):** Se realizó mediante el método de titulación, siguiendo la metodología propuesta por la AOAC N° 942.15 (AOAC, 2005). Los resultados se expresaron en mg de ácido cítrico/ mL (mg AC/mL).
- **Índice de Madurez (IM):** El resultado se obtuvo del cociente entre SST y la AT, siguiendo la metodología planteada por Velásquez et al. (2019).
- **pH del jugo del fruto:** se empleó el método potenciométrico siguiendo las indicaciones planteadas por AOAC N° 981.12 (AOAC, 2005).

### **2.3.3. Composición bioquímica (nutricional)**

Las evaluaciones de la composición bioquímica del mesocarpio y endocarpio (pulpa + semilla) del fruto, en sus diferentes estados de madurez, se realizaron al inicio de la investigación (día 1). El proceso se inició con el secado de la pulpa y semilla en una estufa 40 °C por 72 horas, seguidamente se realizó la cuantificación de la composición bioquímica. Se emplearon tres repeticiones por tratamiento. Se realizaron cumpliendo los protocolos de la AOAC (2005). a) contenido de humedad (925,09 g); b) proteína (979,09 g); c) cenizas totales (923,03 g); d) grasa (920,39 g); e) carbohidratos o extracto libre de nitrógeno (ELN) por diferencia; y f) fibra cruda (962,09 g). Los resultados se expresaron en porcentaje en base seca (% b.s).

### **2.3.4. Compuestos funcionales**

Las evaluaciones de los compuestos funcionales del mesocarpio y endocarpio (pulpa + semilla) del fruto, en sus diferentes estados de madurez, se realizaron al inicio de la investigación (día 1). El proceso se inició con el secado de la pulpa y semilla en una estufa 40 °C por 72 horas, seguidamente se realizó la cuantificación de los compuestos funcionales. Se emplearon tres repeticiones por tratamiento.

**a. Contenido de fenoles totales:** Para evaluar el contenido de fenoles totales se preparó una solución hidroalcohólica de metano: agua (1:1), siguiendo el método propuesto por Char et al. (2016). Para la obtención del extracto se pesó 1 g de mesocarpio y endocarpio de pitahaya amarilla en base seca, se mezcló y trituró en un mortero con 9 mL de solución hidroalcohólica por 4 minutos, la mezcla fue agregada en un tubo falcon de 15 mL protegido por aluminio. Se centrifugó a 3000 rpm por 30 minutos, se recuperó el sobrenadante y filtro en un papel Whatman N°40.

El contenido de fenoles totales se evaluó con la adición del reactivo de Folin-Ciocalteu. Se midió la absorbancia de todas las muestras a 660 nm con un espectrofotómetro UV-Vis (Genesys 10S VIS, Thermo Scientific, EE.UU). Los resultados se expresaron como miligramos equivalentes de ácido gálico por gramo de peso seco (mg EAG/g de p.s.).

### **b. Capacidad antioxidante mediante el método DPPH**

❖ **Preparación del extracto metanólico:** La obtención del extracto metanólico se realizó mediante el método descrito por Yoplac (2012) con modificaciones. Se pesó 1 g de mesocarpio y endocarpio de pitahaya amarilla en base seca, se trituró en un

mortero y se añadió 4 mL de metanol al 50 % por 4 minutos. La mezcla se transfirió a un tubo falcon, se agitó en el vortex por 1 minuto, se centrifugó a 3000 rpm por 30 minutos, se recuperó el sobrenadante el cual se transfirió a otro tubo falcon filtrándolo con papel Whatman N°40. Al precipitado se añadió 2 mL de metanol al 100 %, se agitó en el vortex por 1 minuto, se centrifugó a 3000 rpm por 30 minutos, el sobrenadante obtenido se transfirió al tubo falcon con el primer sobrenadante, filtrándolo con papel Whatman N°40. Este extracto metanólico se almacenó en un refrigerador a 20 °C hasta su uso.

- ❖ **Ensayo DPPH:** La capacidad antioxidante del mesocarpio y endocarpio de pitahaya amarilla en base seca se evaluó según el método mencionado por Yoplac (2012), con modificaciones. Este ensayo está basado en la disminución de la absorbancia que es producida por la relación entre el radical DPPH\* y los posibles compuestos antioxidantes que se encuentran en el extracto metanólico.

Una cantidad de 8,4 mg de DPPH\* (radical comercial, Sigma, Saint Louis, Missouri, EE.UU.), se disolvió en 100 mL de metanol al 100 % obteniendo una solución madre de DPPH\*, al cual se midió la absorbancia (abs) a 515 nm obteniendo un promedio de 2,494 abs. Esta solución madre se diluyó con metanol al 100% hasta obtener absorbancia de 1,1 a la misma longitud de onda. En un tubo falcon se añadieron 2850 µL de solución diluida de DPPH y 150 µL de extracto metanólico a evaluar, se almacenó en oscuridad por 3 horas y 30 minutos a 25 °C. Finalmente en un espectrofotómetro UV-Vis (Genesys 10S VIS, Thermo Scientific, EE.UU), se midió la absorbancia a 515 nm, como blanco se empleó metanol al 100%. Los resultados se expresaron como miligramos equivalentes de Trolox por gramo de peso seco (mg ETrolox/g de p.s.).

#### **2.4. Análisis de datos**

Se empleó un Diseño Completamente Aleatorio (DCA) con tres tratamientos y tres repeticiones. Estos tratamientos correspondieron a los tres estados de madurez del fruto: verde (T1), pintón (T2) y maduro (T3). La unidad experimental correspondió al fruto de pitahaya amarilla. Los resultados de los cambios físico-químicos, nutricionales y compuestos funcionales, fueron evaluados mediante un análisis de varianza (ANOVA) considerando un porcentaje de 5% de significancia. Cuando se encontró diferencias

significativas entre tratamientos, se aplicó la prueba de comparación múltiple de Tukey ( $\alpha \leq 0,05$ ).

Estos resultados se analizaron empleando el programa Minitab Release 18,1, software estadístico de acceso libre para Windows, disponible en: <http://www.minitab.com>.

### **Modelo Aditivo Lineal**

El modelo aditivo lineal que define el diseño completamente aleatorizado de la presente investigación es:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij}$$

Donde:

$Y_{ij}$  = Respuesta observada con el tratamiento  $i$  en la repetición  $j$ .

$\mu$  = Efecto de la media general.

$\tau_i$  = Efecto del  $i$ -ésimo tratamiento;  $i = 1, 2$  y  $3$ .

$\varepsilon_{ij}$  = Error experimental asociado al tratamiento  $i$  en la repetición  $j$ .

### III. RESULTADOS

#### 3.1. Cambios Físicos

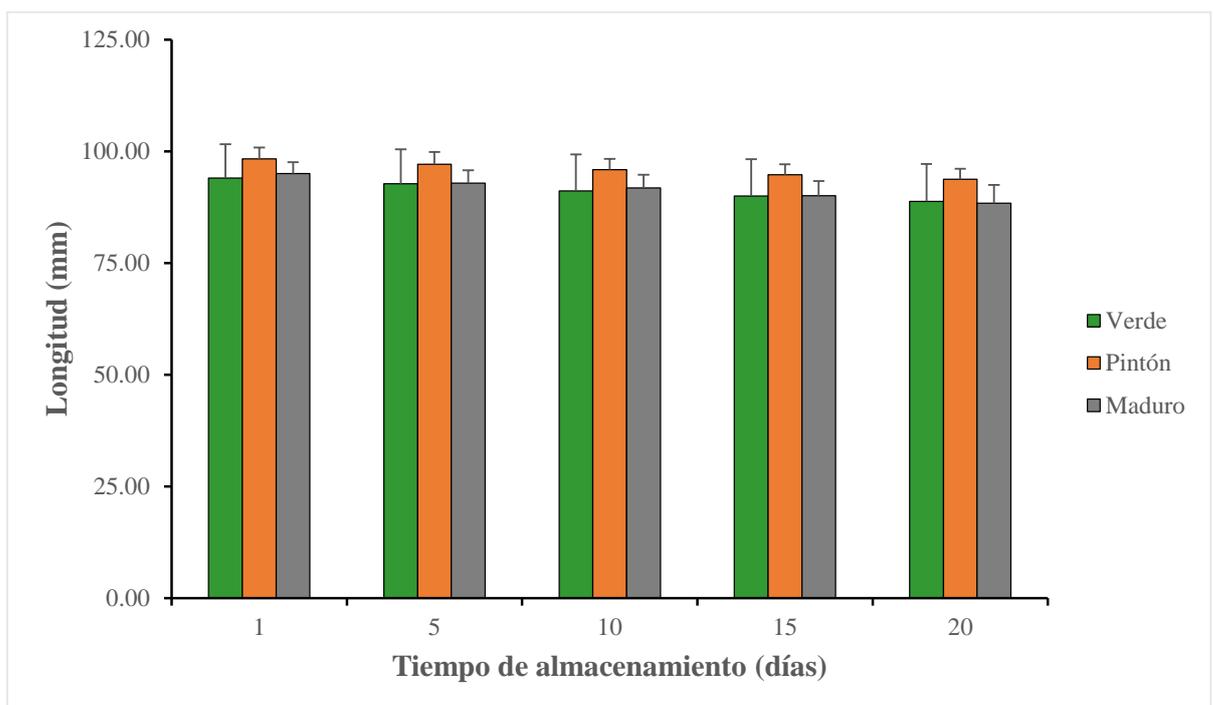
Los cambios físicos evaluados al fruto de pitahaya fueron: longitud; diámetro; color de cascara, mesocarpio y endocarpio; volumen; peso de fruto; espesor de epicarpio; espesor de mesocarpio y endocarpio; contenido de cascara; contenido de mesocarpio y endocarpio; pérdida de peso; firmeza; materia seca y porcentaje de agua en la pulpa medidos durante los 1, 5, 10, 15 y 20 días de almacenamiento, cuyos resultados se detallan a continuación.

##### 3.1.1. Longitud del fruto:

En los días de evaluación, la longitud del fruto varió entre 88 y 99 mm en los tres EM y los 20 días de evaluación, observándose una ligera reducción durante el tiempo de almacenamiento. Según la PCM de Tukey, no se observaron diferencias significativas entre los estados de madurez (EM) y en todos los días evaluados (Figura 4 y Tabla 1.1 del Anexo 1).

**Figura 4**

*Longitud de fruto de pitahaya amarilla a diferentes estados de madurez y días de evaluación.*



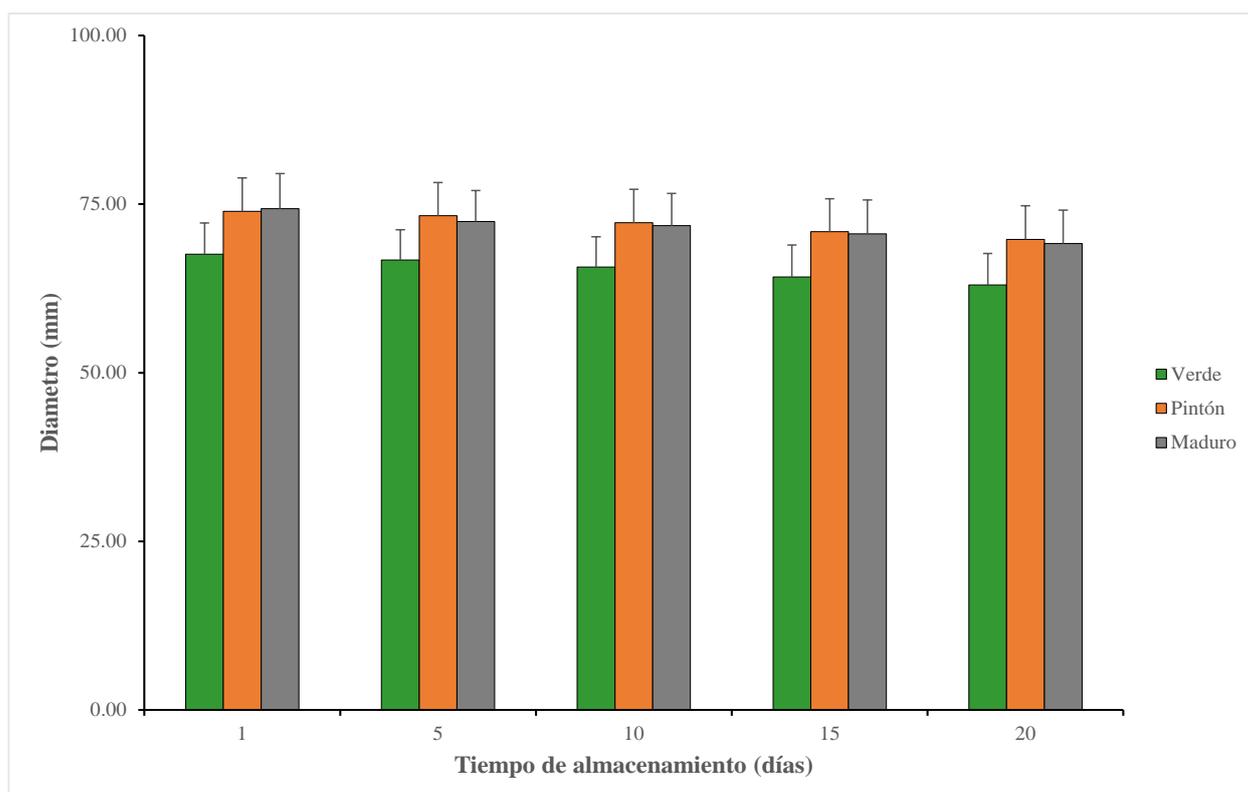
Las barras indican la desviación estándar (n=5).

### 3.1.2. Diámetro del fruto

En los días de evaluación, el diámetro del fruto varió entre 63 y 75 mm en los tres EM y los 20 días de evaluación, observándose entre ellos una ligera reducción durante el tiempo de almacenamiento. Según la PCM de Tukey, no se observaron diferencias significativas entre los EM en todos los días evaluados (Figura 5 y Tabla 1.2 del Anexo 1).

**Figura 5**

*Diámetro de fruto de pitahaya amarilla a diferentes estados de madurez y días de evaluación.*



Las barras indican la desviación estándar (n=5).

### 3.1.3. Color de epicarpio (cascará)

Para ver el color de epicarpio (cascará) del fruto se tuvo en cuenta el valor de cada parámetro (Tabla 3).

La coordenada  $L^*$  indica la variación del color de negro (0) a blanco (100); los valores de esta variable se incrementaron en el tiempo para todos los estados de madurez; los frutos del EM verde variaron entre 43 y 64, los frutos pintones entre 49 y 63, y los maduros entre 46 y 65. Según la PCM de Tukey, en los días 1, 5, 10 y 15 se observaron diferencias significativas, donde los frutos verdes y pintones presentaron menores valores del parámetro  $L^*$  entre (43 y 62) (letra b) y el fruto maduro mostro mayor valor de este

parámetro que vario entre (46 y 65) (letra a), a excepción del día 20 donde fueron estadísticamente iguales.

Del mismo modo, la coordenada  $a^*$  indica la variación del color de verde (valores negativos) a rojo (valores positivos); los valores de esta variable se incrementaron en el tiempo para todos los estados de madurez; los frutos del EM verde variaron entre -6,0 y 9, los frutos pintones entre -0,50 y 10, y los frutos maduros entre 5 y 13. Según la PCM de Tukey, en los 5 días de evaluación se observaron diferencias significativas, donde los frutos verdes y pintones presentaron menores valores de parámetro  $a^*$  que variaron entre (-0,50 y 10) (letra b) y el fruto maduro mostro mayor valor de este parámetro que vario entre (5 y 13) (letra a).

La coordenada  $b^*$  indica la variación del color del azul (valores negativos) al amarillo (valores positivos), los valores de esta variable se incrementaron en el tiempo para todos los estados de madurez; los frutos del EM verde variaron entre 16 y 44, los frutos pintones entre 24 y 45, y los frutos maduros entre 39 y 45. Según la PCM de Tukey, en los días 10,15 y 20 evaluados no se observaron diferencias significativas, excepto en los días 1 y 5 donde se observaron que los frutos verdes y pintones presentaron menores valores de parámetro  $b^*$  que variaron entre (16 y 31) y el fruto maduro mostro mayor valor de este parámetro que vario entre (40 y 42) (letra a).

El parámetro  $\Delta E^*$  para su cálculo involucra los valores de las coordenadas  $L^*$ ,  $a^*$  y  $b^*$ , de la muestra y de un estándar, los valores de esta variable se incrementaron en el tiempo para todos los estados de madurez; los frutos del EM verde variaron entre 56 y 61, los frutos pintones entre 51 y 60, y los frutos maduros entre 57 y 60. Al igual que la coordenada  $b^*$ , en los días 1 y 5 de evaluación, los frutos verdes y pintones presentaron menores valores que variaron entre (55 y 57) (letra b), y el fruto maduro mostro mayor valor de este parámetro entre (58 y 59) (letra a).

**Tabla 3**

*Parámetros de color de epicarpio (cascará), de los frutos de pitahaya amarilla, a diferentes estados de madurez y días de evaluación.*

Parámetros de color	Días	Estados de madurez			Nivel de significancia
		Verde	Pintón	Maduro	
<b>L</b>	1	43,23 <sup>1</sup> ± 4,41 <sup>2</sup> b	49,55 ± 2,27 b	60,74 ± 5,03 a	S
	5	48,29 ± 5,48 b	54,19 ± 2,30 b	62,58 ± 3,90 a	S
	10	56,89 ± 4,00 b	59,47 ± 1,82 b	46,76 ± 1,93 a	S
	15	61,56 ± 2,64 a b	60,75 ± 2,01 b	64,52 ± 1,72 a	S
	20	64,00 ± 0,84	62,55 ± 1,63	62,11 ± 3,87	NS
<b>a*</b>	1	-6,39 ± 1,01 b	-3,58 ± 0,40 b	5,78 ± 3,54 a	S
	5	-6,13 ± 2,11 c	-0,73 ± 1,30 b	7,43 ± 2,86 a	S
	10	0,30 ± 3,93 b	5,57 ± 0,21 a	8,92 ± 2,13 a	S
	15	5,59 ± 2,83 b	7,72 ± 0,66 a b	10,32 ± 1,86 a	S
	20	8,52 ± 2,10 b	9,54 ± 0,52 b	12,22 ± 1,49 a	S
<b>b*</b>	1	16,07 ± 5,71 c	24,55 ± 3,33 b	40,66 ± 3,56 a	S
	5	24,46 ± 7,85 b	30,39 ± 2,97 b	41,69 ± 3,22 a	S
	10	38,49 ± 5,12	40,54 ± 2,72	44,11 ± 2,23	NS
	15	43,79 ± 2,42	44,01 ± 2,36	43,99 ± 1,97	NS
	20	42,61 ± 1,32	42,75 ± 2,47	39,86 ± 5,09	NS
<b>ΔE</b>	1	56,80 ± 1,66 a b	55,16 ± 1,68 b	58,86 ± 1,62 a	S
	5	56,40 ± 1,61 a b	55,15 ± 0,62 b	58,66 ± 1,73 a	S
	10	59,66 ± 1,26	59,19 ± 1,41	59,60 ± 2,21	NS
	15	60,91 ± 1,26	51,43 ± 1,48	59,66 ± 2,29	NS
	20	58,60 ± 1,13	59,40 ± 1,65	57,65 ± 2,55	NS

1, 2/ Los valores indican el promedio ± desviación estándar (n=5).

Letras diferentes en sentido horizontal, indican diferencias estadísticamente significativas según la prueba Tukey (p<0,05), para cada estado de madurez (EM).

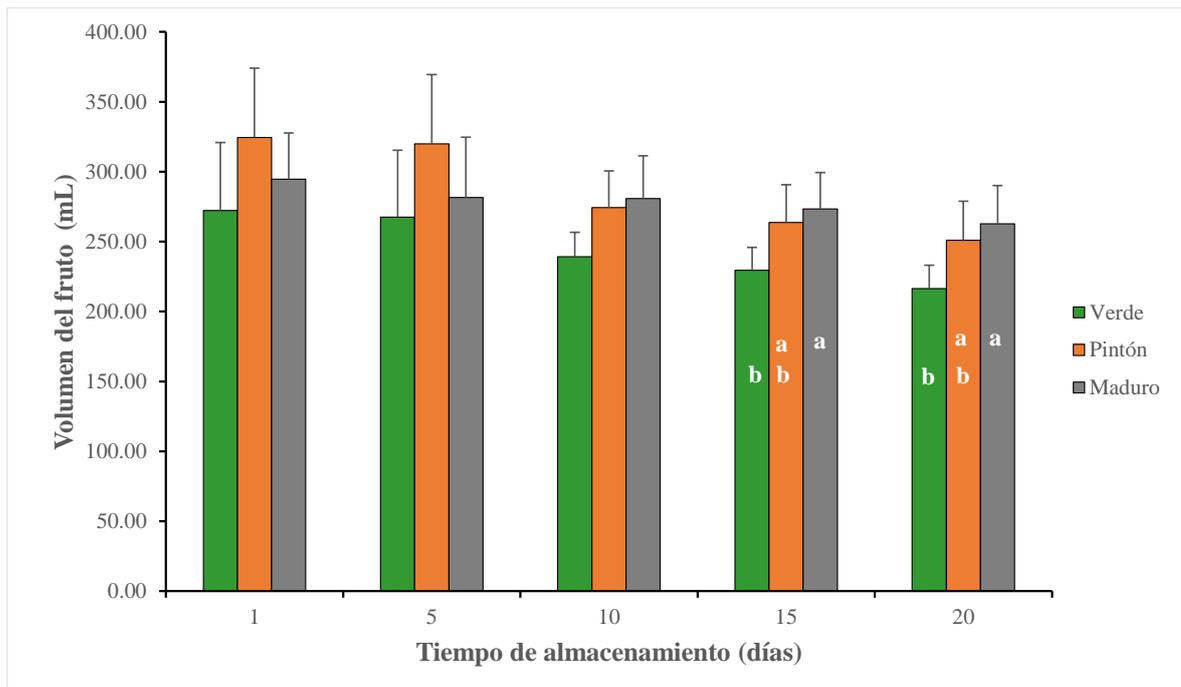
NS: No significativo. S: significativo.

### 3.1.4. Volumen del fruto.

El volumen del fruto varió entre 216 y 325 mL en los tres EM y los 20 días de evaluación, observándose entre ellos una ligera reducción durante el tiempo de almacenamiento. Según la PCM de Tukey, en los días 1, 5 y 10 de evaluación no se observaron diferencias significativas entre los EM, excepto en los días 15 y 20 donde existió diferencias significativas se observaron que los frutos verdes presentaron menor volumen, que variaron entre 216 y 229 mL (letra b) y los maduros mostraron mayor valor de esta variable que variaron entre 262 y 274 mL (letra a) (Figura 6 y Tabla 1.3 del Anexo 1).

**Figura 6**

*Volumen del fruto de pitahaya amarilla a diferentes estados de madurez y días de evaluación.*



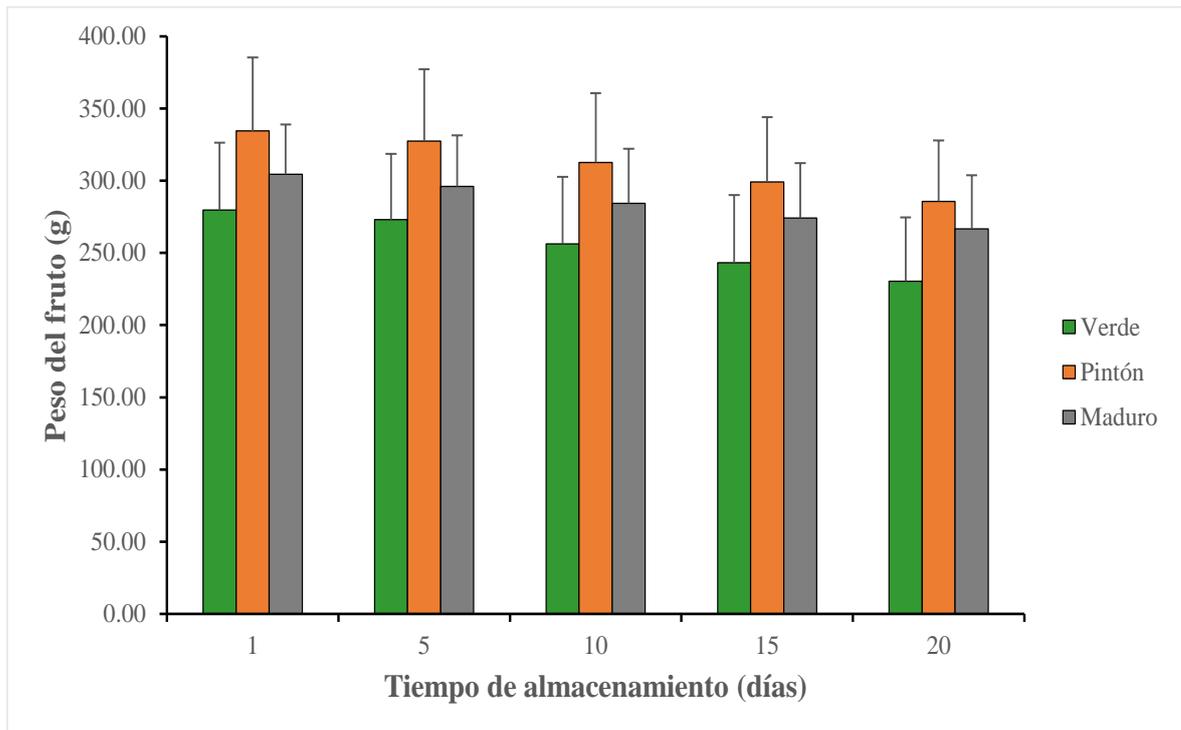
Las barras indican la desviación estándar (n=5). Letras diferentes en cada día de evaluación indican diferencias estadísticamente significativas según la prueba Tukey ( $p < 0,05$ ), para cada estado de madurez (EM

### **3.1.5. Peso del fruto, epicarpio (cáscara) y endocarpio (pulpa + semilla)**

En todos los días de evaluación el peso del fruto varió entre 230 y 335 g en los tres EM y los 20 días de evaluación, observándose entre ellos una ligera pérdida de peso durante el tiempo de almacenamiento. Según la PCM de Tukey, no se observaron diferencias significativas entre los EM en todos los días de evaluación (Figura 7, Tabla 1.4 del Anexo 1).

**Figura 7**

*Peso del fruto de pitahaya amarilla a diferentes estados de madurez y días de evaluación.*



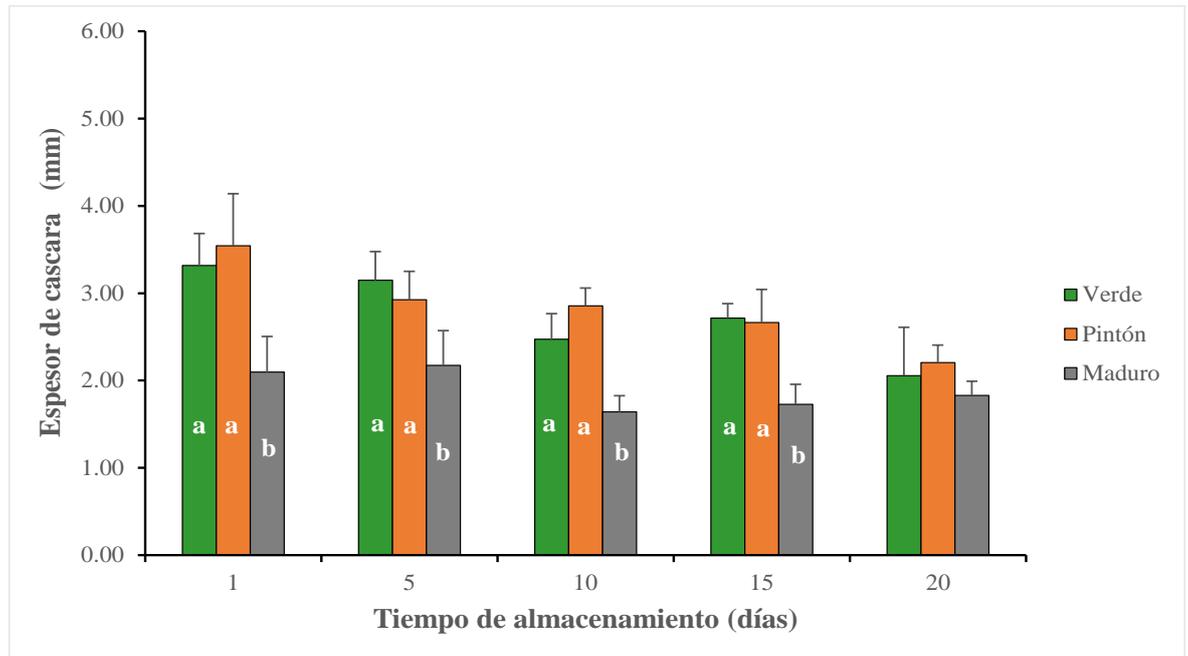
Las barras indican la desviación estándar (n=5).

### **3.1.6. Espesor de epicarpio (cascara)**

El espesor de epicarpio del fruto varió entre 1,6 y 3,6 mm en los tres EM y los 20 días de evaluación. Según la PCM de Tukey, en los días 1, 5, 10 y 15 de evaluación se observaron diferencias significativas entre los EM, excepto en el día 20. En los días 1, 5, 10 y 15 donde existió diferencias significativas se observaron que los frutos maduros presentaron menor espesor de epicarpio, que variaron entre 1,6 y 2,2 mm (letra b) y los frutos verdes y pintones mostraron mayor valor de esta variable que variaron entre 2,4 y 3,6 mm (letra a) (Figura 8, Tabla 1.5 del Anexo 1).

**Figura 8**

*Espesor de epicarpio del fruto de pitahaya amarilla a diferentes estados de madurez y días de evaluación.*



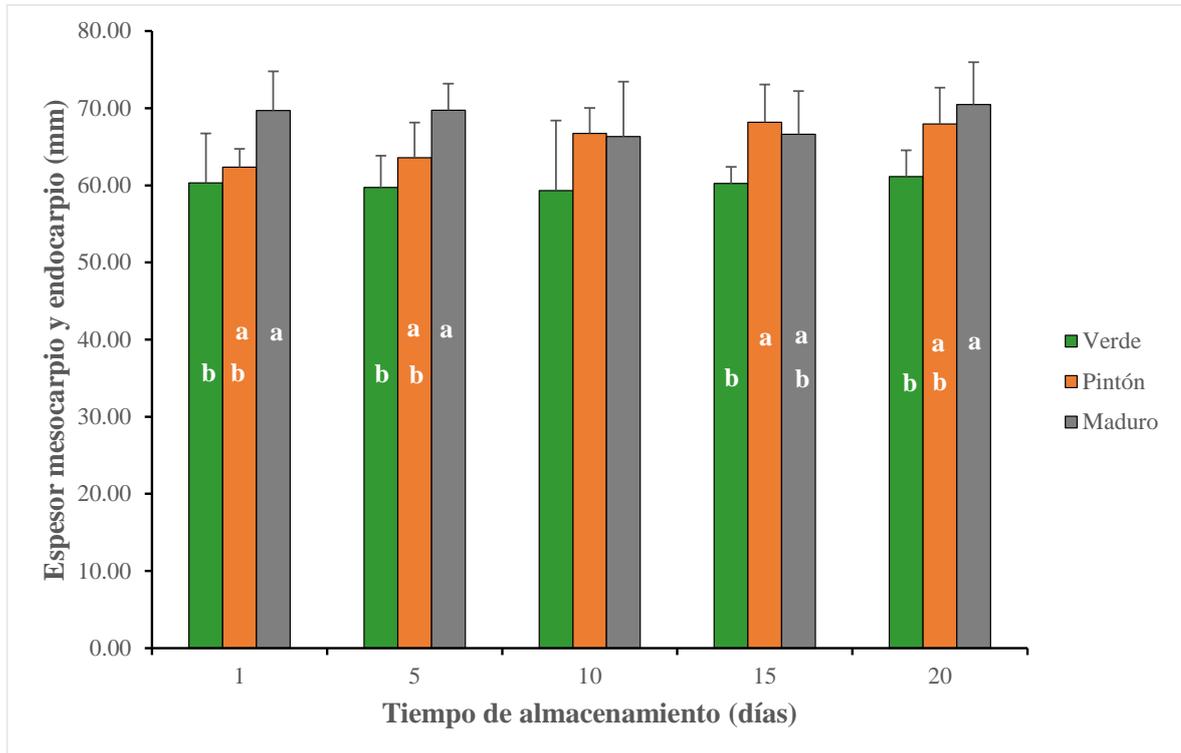
Las barras indican la desviación estándar (n=5). Letras diferentes en cada día de evaluación indican diferencias estadísticamente significativas según la prueba Tukey ( $p < 0,05$ ), para cada estado de madurez (EM).

### 3.1.7. Espesor de mesocarpio y endocarpio

El espesor de mesocarpio y endocarpio del fruto varió entre 59 y 71 mm en los tres EM y los 20 días de evaluación. Según la PCM de Tukey, en los días 1, 5, 15 y 20 de evaluación se observaron diferencias significativas entre los EM, excepto en el día 10. En los días 1, 5 y 20 donde existió diferencias significativas se observaron que los frutos verdes presentaron menor espesor de mesocarpio y endocarpio, que variaron entre 59 y 61 mm (letra b) y los maduros mostraron mayor valor de esta variable que variaron entre 69 y 71 mm (letra a); en el día 15 el fruto verde presentó menor valor de esta variable con 60 mm (letra b) y el fruto pintón presentó mayor con 69 mm (letra a) (Figura 9 y Tabla 1.6 del Anexo 1).

**Figura 9**

*Espesor de mesocarpio y endocarpio del fruto de pitahaya amarilla a diferentes estados de madurez y días de evaluación.*



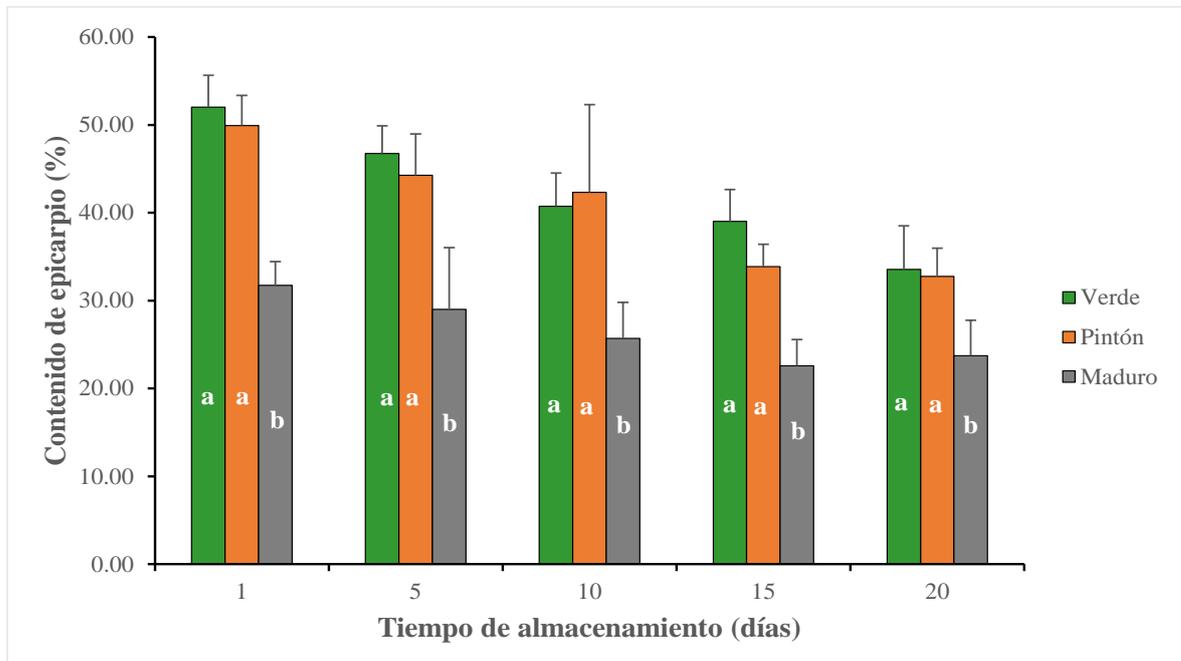
Las barras indican la desviación estándar (n=5). Letras diferentes en cada día de evaluación indican diferencias estadísticamente significativas según la prueba Tukey ( $p<0,05$ ), para cada estado de madurez (EM).

### **3.1.8. Contenido de epicarpio (cáscara)**

El contenido de epicarpio varió entre 22 y 53 % en los tres EM y los 20 días de evaluación. Según la PCM de Tukey, en los 5 días de evaluación se observaron diferencias significativas entre los EM; donde los frutos maduros presentaron un menor contenido de epicarpio, que variaron entre 22 y 32 % (letra b) y los verdes y pintones mostraron mayor valor de esta variable que variaron entre 32 y 53 % (letra a) (Figura 10, Tabla 1.7 del Anexo 1).

**Figura 10**

*Contenido de epicarpio del fruto de pitahaya amarilla a diferentes estados de madurez y días de evaluación.*



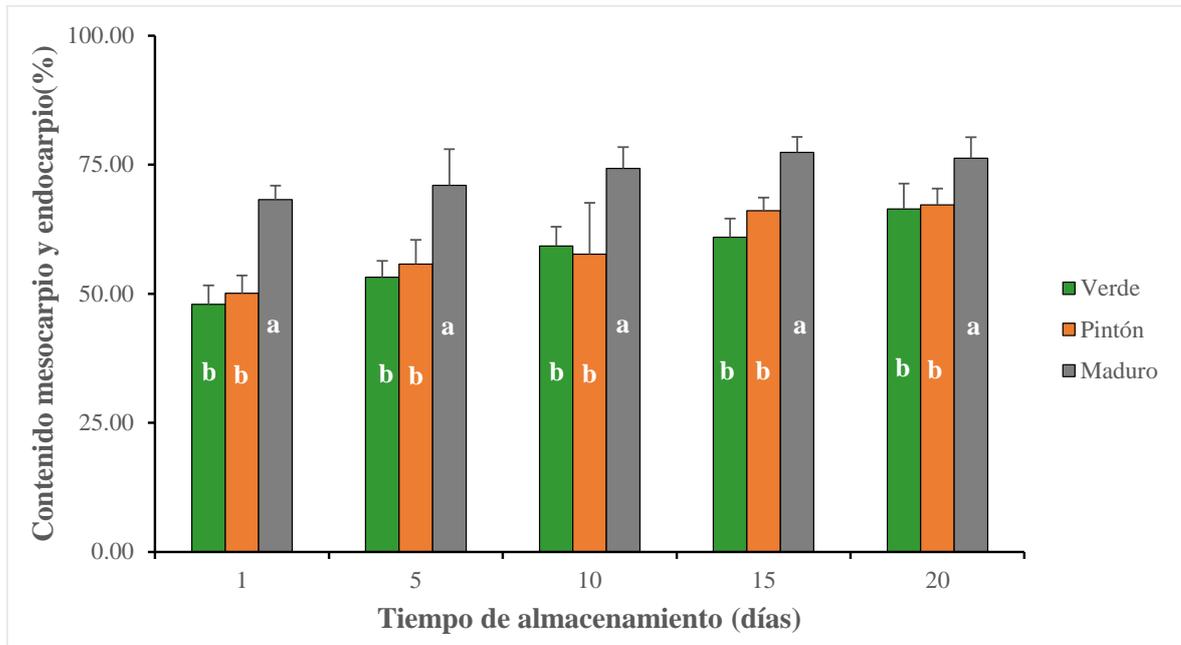
Las barras indican la desviación estándar (n=5). Letras diferentes en cada día de evaluación indican diferencias estadísticamente significativas según la prueba Tukey ( $p < 0,05$ ), para cada estado de madurez (EM).

### **3.1.9. Contenido de mesocarpio y endocarpio**

El contenido de mesocarpio y endocarpio varió entre 47 y 78 % en los tres EM y los 20 días de evaluación. Según la PCM de Tukey, en los 5 días de evaluación se observaron diferencias significativas entre los EM; donde los frutos verdes y pintones presentaron un menor contenido de mesocarpio y endocarpio que variaron entre 47 y 67 % (letra b) y los maduros mostraron mayor valor de esta variable que variaron entre 68 y 78 % (letra a) (Figura 11, Tabla 1.8 del Anexo 1).

**Figura 11**

*Contenido de mesocarpio y endocarpio del fruto de pitahaya amarilla a diferentes estados de madurez y días de evaluación.*



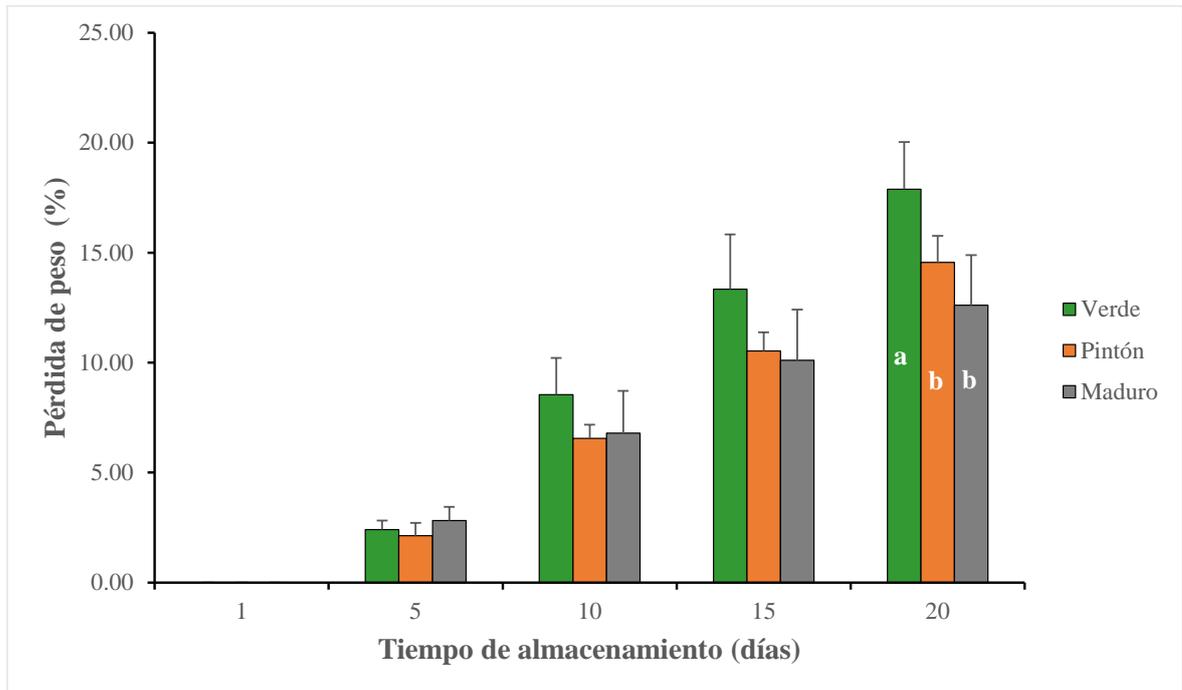
Las barras indican la desviación estándar (n=5). Letras diferentes en cada día de evaluación indican diferencias estadísticamente significativas según la prueba Tukey ( $p<0,05$ ), para cada estado de madurez (EM).

### **3.1.10. Pérdida de peso del fruto:**

La pérdida de peso del fruto varió entre 2 y 18 % entre los tres EM y los 20 días de evaluación. Según la PCM de Tukey en los días 5, 10 y 15 de evaluación no se observaron diferencias significativas entre los EM, excepto en el día 20 donde existió diferencias significativas se observaron que los frutos pintones y maduros presentaron menor pérdida de peso entre 12 y 15 % (letra b) y los frutos verdes mostraron mayor valor de esta variable con 18 % (letra a) (Figura 12, Tabla 1.9 del Anexo 1).

**Figura 12**

*Pérdida de peso del fruto de pitahaya amarilla pitahaya a diferentes estados de madurez y días de evaluación.*



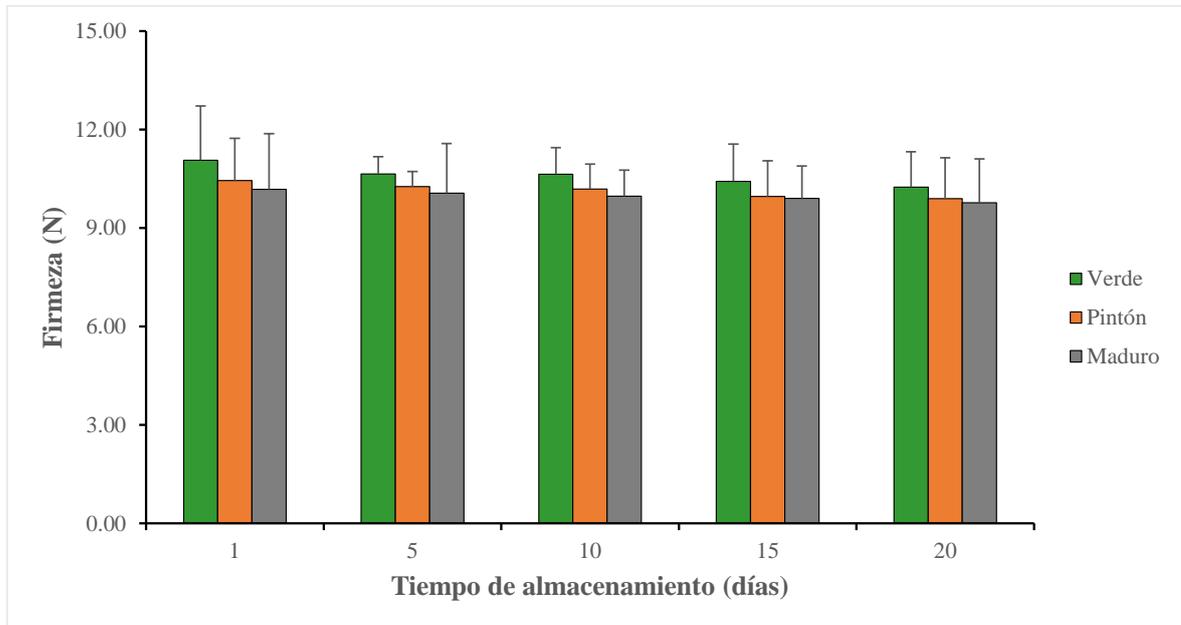
Las barras indican la desviación estándar (n=5). Letras diferentes en cada día de evaluación indican diferencias estadísticamente significativas según la prueba Tukey ( $p < 0,05$ ), para cada estado de madurez (EM).

### 3.1.11. Firmeza

En los días de evaluación, la firmeza del fruto varió entre 9 y 12 N en los tres EM y los 20 días de evaluación, observándose entre ellos una ligera disminución de firmeza durante el tiempo de almacenamiento. Según la PCM de Tukey, no se observaron diferencias significativas entre los EM, en todos los días evaluados (Figura 13, Tabla 1.10 del Anexo 1).

**Figura 13**

*Firmeza del fruto de pitahaya amarilla a diferentes estados de madurez y días de evaluación.*



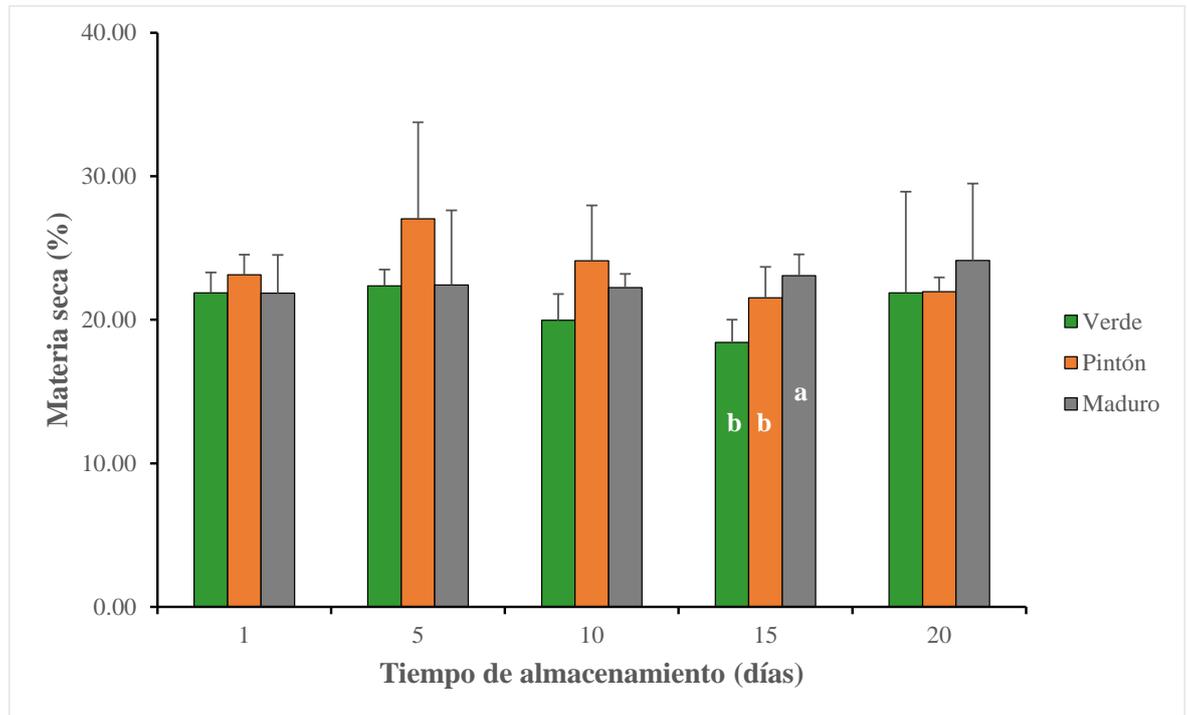
Las barras indican la desviación estándar (n=5).

### **3.1.12. Materia seca de mesocarpio y endocarpio del fruto**

La materia seca varió entre 18 y 28 % en los tres EM y los 20 días de evaluación. Según la PCM de Tukey en los días 1, 5, 10 y 20 de evaluación no se observaron diferencias significativas entre los EM, excepto en el día 15 donde existió diferencias significativas se observaron que los frutos verdes y pintones presentaron menor contenido de materia seca entre 18 y 22 % (letra b) y los frutos maduros mostraron mayor valor de esta variable con 23 % (letra a) (Figura 14, Tabla 1.11 del Anexo 1).

**Figura 14**

*Materia seca del fruto de pitahaya amarilla a diferentes estados de madurez y días de evaluación.*



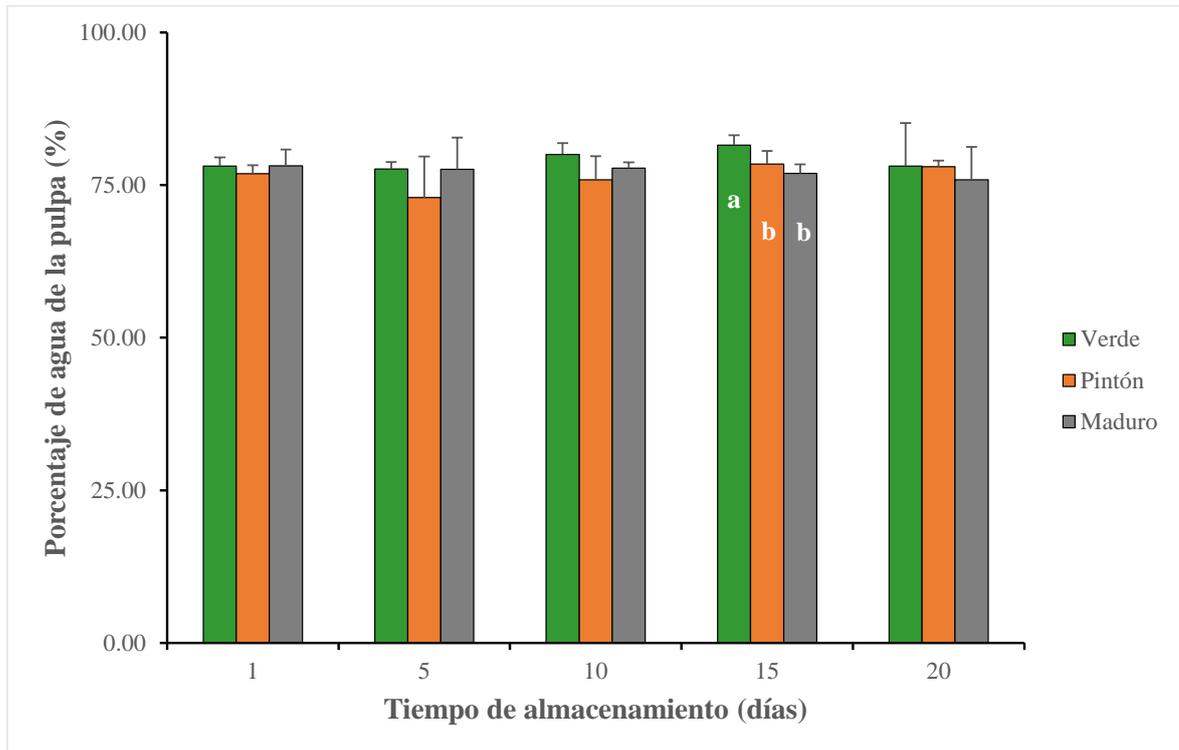
Las barras indican la desviación estándar (n=5). Letras diferentes en cada día de evaluación indican diferencias estadísticamente significativas según la prueba Tukey ( $p < 0,05$ ), para cada estado de madurez (EM).

### 3.1.13. Porcentaje de agua del mesocarpio y endocarpio del fruto

El porcentaje de agua del mesocarpio y endocarpio del fruto varió entre 72 y 82 % en los tres EM y los 20 días de evaluación. Según la PCM de Tukey en los días 1, 5, 10 y 20 de evaluación no se observaron diferencias significativas entre los EM, excepto en el día 15 donde existió diferencias significativas se observaron que los frutos maduros y pintones presentaron menor porcentaje de agua del mesocarpio y endocarpio entre 76 y 79 % (letra b) y los frutos verdes mostraron mayor valor de esta variable con 82 % (letra a) (Figura 15, Tabla 1.12 del Anexo 1).

**Figura 15**

*Porcentaje de agua del fruto de pitahaya amarilla a diferentes estados de madurez y días de evaluación.*



Las barras indican la desviación estándar (n=5). Letras diferentes en cada día de evaluación indican diferencias estadísticamente significativas según la prueba Tukey ( $p<0,05$ ), para cada estado de madurez (EM).

### 3.2. Cambios Químicos

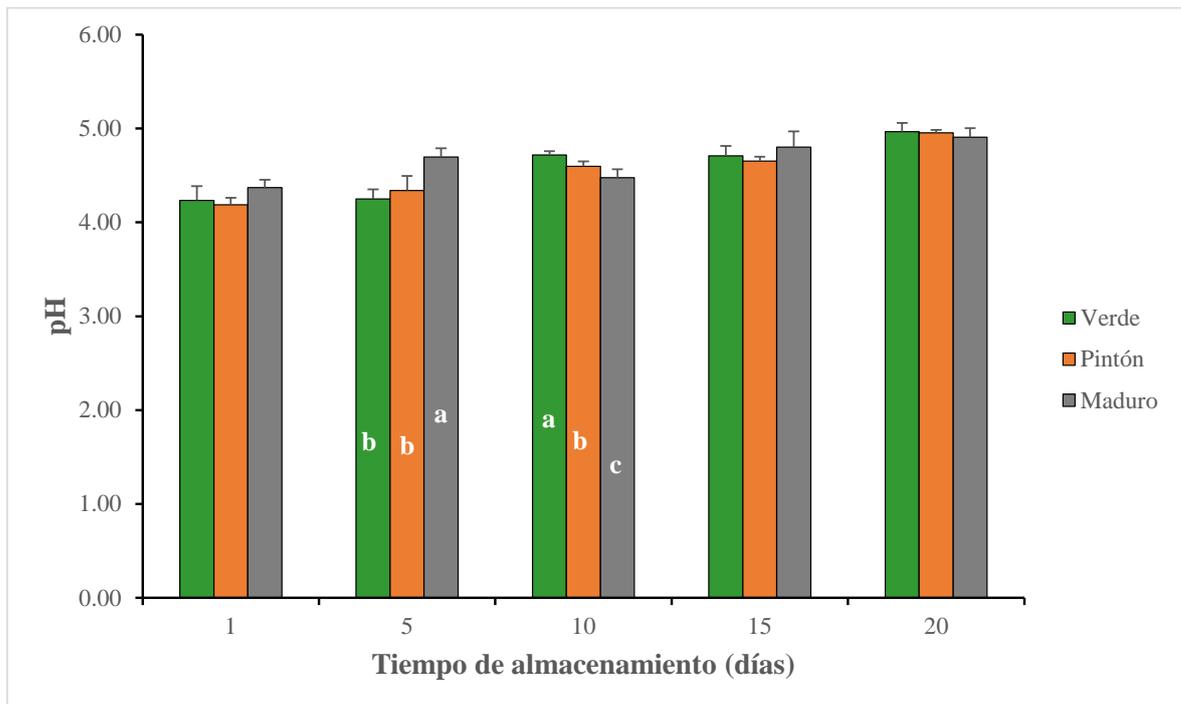
Los cambios químicos evaluados al fruto de pitahaya fueron: pH, sólidos solubles totales, acidez titulable y índice de madurez, medidos durante los 1, 5, 10, 15 y 20 días de almacenamiento, cuyos resultados se detallan a continuación.

#### 3.2.1. pH

El pH del fruto varió entre 4 y 5 en los tres EM y los 20 días de evaluación. Se observó un ligero incremento en el tiempo y en todos los EM. Según la PCM de Tukey en los días 1, 15 y 20 de evaluación no se observaron diferencias significativas entre los EM, excepto en los días 5 y 10 donde sí se percibieron diferencias significativas. En el día 5, se observó que los frutos verdes presentaron menor pH con 4,25 (letra b) y los frutos maduros mostraron mayor valor de esta variable con 4,70 (letra a); en el día 10 el fruto maduro presentó menor valor de esta variable con 4,48 (letra c) y el fruto verde presentó mayor con 4,72 (letra a) (Figura 16, Tabla 2.1 del Anexo 2).

**Figura 16**

*pH del fruto de pitahaya amarilla a diferentes estados de madurez y días de evaluación.*



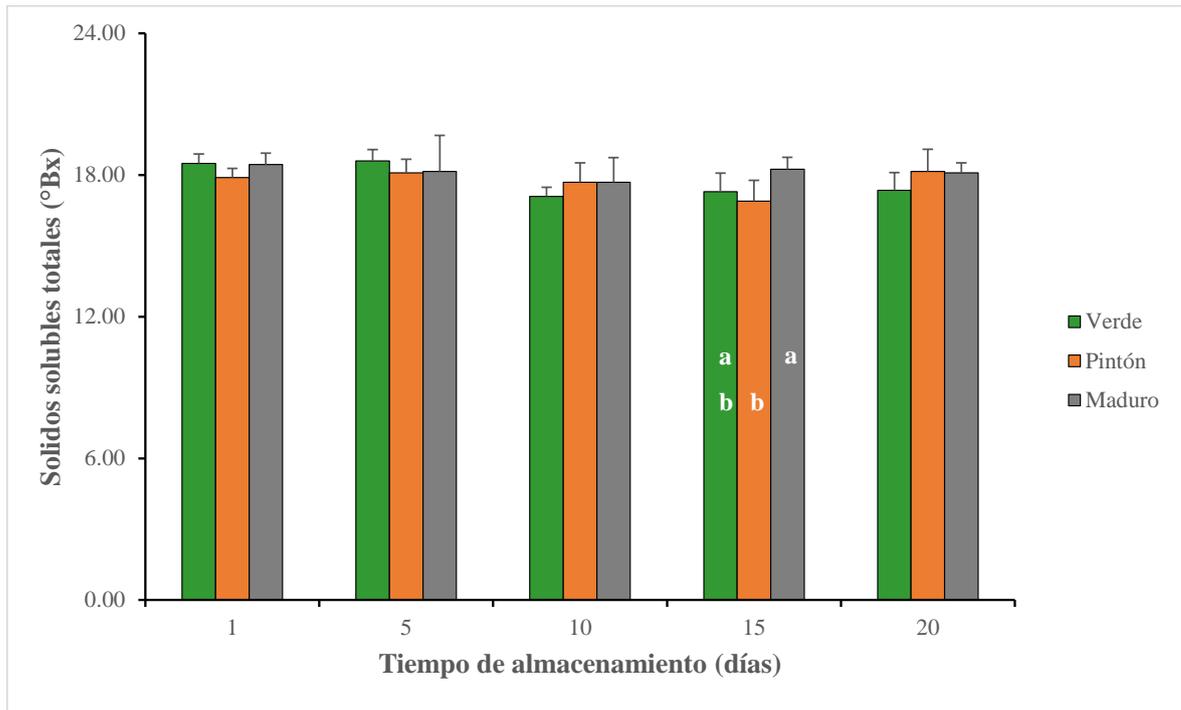
Las barras indican la desviación estándar (n=5). Letras diferentes en cada día de evaluación indican diferencias estadísticamente significativas según la prueba Tukey ( $p < 0,05$ ), para cada estado de madurez (EM).

### 3.2.2. Sólidos solubles totales.

Los sólidos solubles totales (SST) del fruto variaron entre 16 y 19 °Bx en los tres EM y los 20 días de evaluación. Según la PCM de Tukey en los días 1, 5, 10 y 20 de evaluación no se observaron diferencias significativas entre los EM, excepto en el día 15 donde si existió diferencias significativas, observándose que los frutos pintones presentaron menor contenido de SST con 16,90 °Bx (letra b) y los frutos maduros mostraron mayor valor de esta variable con 18,25 °Bx (letra a) (Figura 17, Tabla 2.2 del Anexo 2).

**Figura 17**

*Sólidos solubles totales del fruto de pitahaya amarilla a diferentes estados de madurez y días de evaluación.*



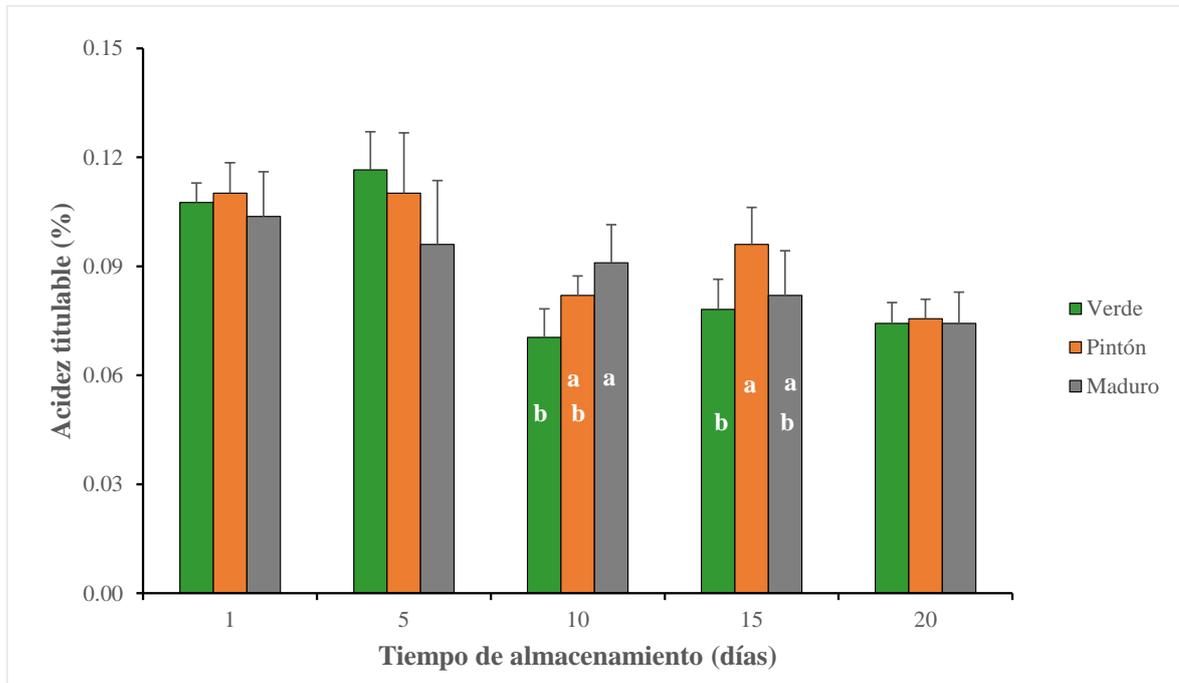
Las barras indican la desviación estándar (n=5). Letras diferentes en cada día de evaluación indican diferencias estadísticamente significativas según la prueba Tukey ( $p < 0,05$ ), para cada estado de madurez (EM).

### 3.2.3. Acidez titulable

La acidez titulable del fruto varió entre 0,06 y 0,13% en los tres EM y los 20 días de evaluación. Según la PCM de Tukey en los días 1, 5 y 20 de evaluación no se observaron diferencias significativas entre los EM, excepto en los días 10 y 15. En el día 10 se observó que los frutos verdes presentaron menor porcentaje de acidez titulable con 0,07 % (letra b) y los frutos maduros mostraron mayor valor de esta variable con 0,09 % (letra a); en el día 15 el fruto verde presentó menor valor de esta variable con 0,08 % (letra b) y el fruto pintón presentó mayor con 0,10 % (letra a) (Figura 18, Tabla 2.3 del Anexo 2).

**Figura 18**

*Acidez titulable del fruto de pitahaya amarilla a diferentes estados de madurez y días de evaluación.*



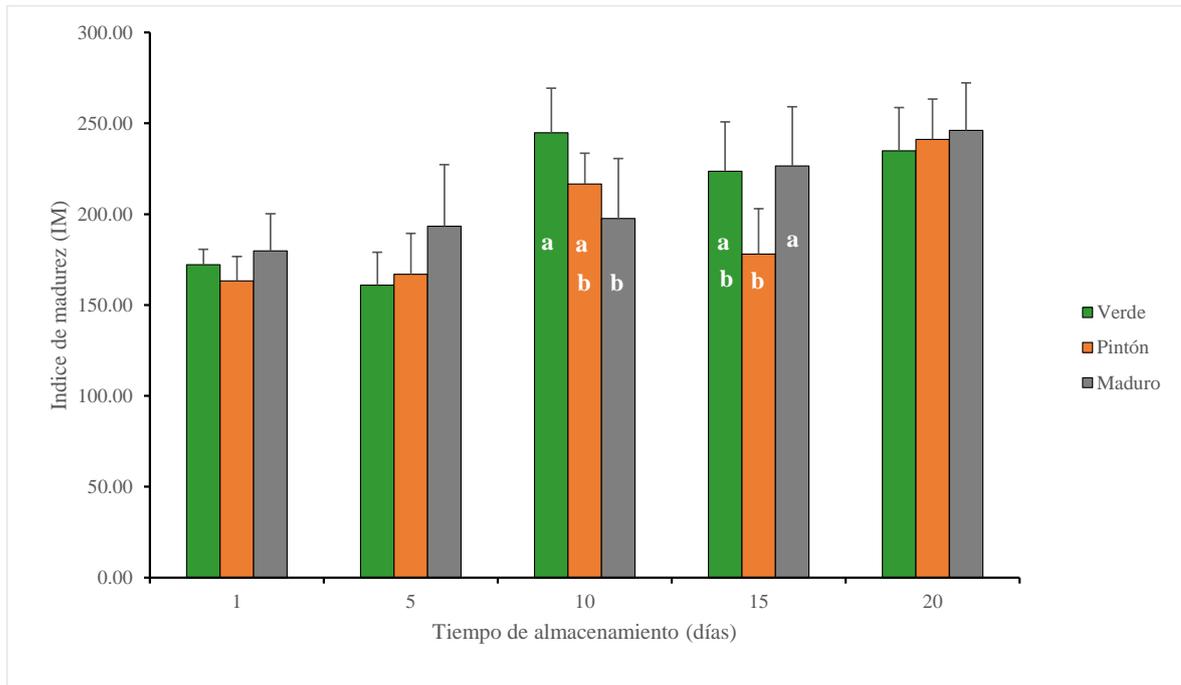
Las barras indican la desviación estándar (n=5). Letras diferentes en cada día de evaluación indican diferencias estadísticamente significativas según la prueba Tukey ( $p < 0,05$ ), para cada estado de madurez (EM).

### 3.2.4. Índice de madurez

El índice de madurez del fruto varió entre 160 y 247 (IM) en los tres EM y los 20 días de evaluación. Según la PCM de Tukey, en los días 1, 5 y 20 de evaluación no se observaron diferencias significativas entre los EM, excepto en los días 10 y 15. En el día 10 donde se observó que los frutos maduros presentaron menor índice de madurez con 197,60 IM (letra b) y los frutos verdes mostraron mayor valor de esta variable con 244,86 IM (letra a); en el día 15 el fruto pintón presentó menor valor de esta variable con 178 IM (letra b) y el fruto maduro presentó mayor con 226,55 IM (letra a) (Figura 19, Tabla 2.4 del Anexo 2).

**Figura 19**

*Índice de madurez del fruto de pitahaya amarilla a diferentes estados de madurez y días de evaluación.*



Las barras indican la desviación estándar (n=5). Letras diferentes en cada día de evaluación indican diferencias estadísticamente significativas según la prueba Tukey ( $p<0,05$ ), para cada estado de madurez (EM).

### **3.3.Composición Bioquímica (nutricional)**

Los componentes bioquímicos evaluados al mesocarpio y endocarpio del fruto de pitahaya amarilla en base seca fueron: humedad, proteína cruda, lípidos, ceniza, fibra cruda y carbohidratos.

En la tabla 4, (tabla 3.1 del anexo 3) se muestran los resultados respecto a composición bioquímica de los tres estados de madurez de pitahaya amarilla. Según la PCM de Tukey, se observaron diferencias significativas entre los EM para todos los componentes bioquímicos evaluados. Los frutos verdes presentaron una menor humedad con 8% (letra b) y los frutos pintones y maduros una mayor humedad con 10 y 11,3%, respectivamente (letra a). Respecto al contenido de proteína cruda, los frutos maduros presentaron menores valores con 4,2% y los frutos verdes mayores valores con 6,2% (letra a). Los frutos maduros presentaron menor contenido de lípidos con 2,32 % (letra b) y los frutos verdes presentaron mayor valor con 3,08 % (letra a). En cuanto al contenido de cenizas los frutos

maduros con 1,84% (letra b) presentaron menor porcentaje y los frutos verdes mayor porcentaje con 2.21% (letra a). Respecto a fibra cruda los frutos maduros presentaron menores valores con 3,83 % (letra b) y los frutos verdes y pintones presentaron mayores valores con 6,20 y 6,70 %, (letra a). Los frutos verdes y pintones presentaron menor contenido de carbohidratos con 74,32 y 73,22 % (letra b) y los frutos maduros presentaron mayor contenido de carbohidratos con 76,54% (letra a).

**Tabla 4**

*Composición bioquímica (nutricional) del mesocarpio y endocarpio del fruto de pitahaya amarilla en base seca*

Composición química en base seca (b.s.)	Estado de madurez			Nivel de significancia
	Verde	Pintón	Maduro	
Humedad (%)	8,02 <sup>1</sup> ± 0,65 <sup>2</sup> b	9,98 ± 0,51 a	11,30 ± 0,69 a	S
Proteína cruda (%)	6,16 ± 0,06 A	5,31 ± 0,18 b	4,18 ± 0,21 c	S
Lípidos (%)	3,08 ± 0,05 A	2,78 ± 0,02 b	2,32 ± 0,11 c	S
Ceniza (%)	2,21 ± 0,04 A	2,02 ± 0,01 b	1,84 ± 0,08 c	S
Fibra cruda (%)	6,20 ± 1,14 A	6,70 ± 0,30 a	3,83 ± 0,47 b	S
Carbohidratos (%)	74,32 ± 1,60 a b	73,22 ± 0,77 b	76,54 ± 0,19 a	S

1, 2/ Los valores indican el promedio y desviación estándar (n=3).

Letras diferentes en sentido horizontal, indican diferencias estadísticamente significativas según la prueba Tukey (p<0,05), para cada estado de madurez (EM).

NS: No significativo. S: significativo.

### 3.4. Compuestos funcionales

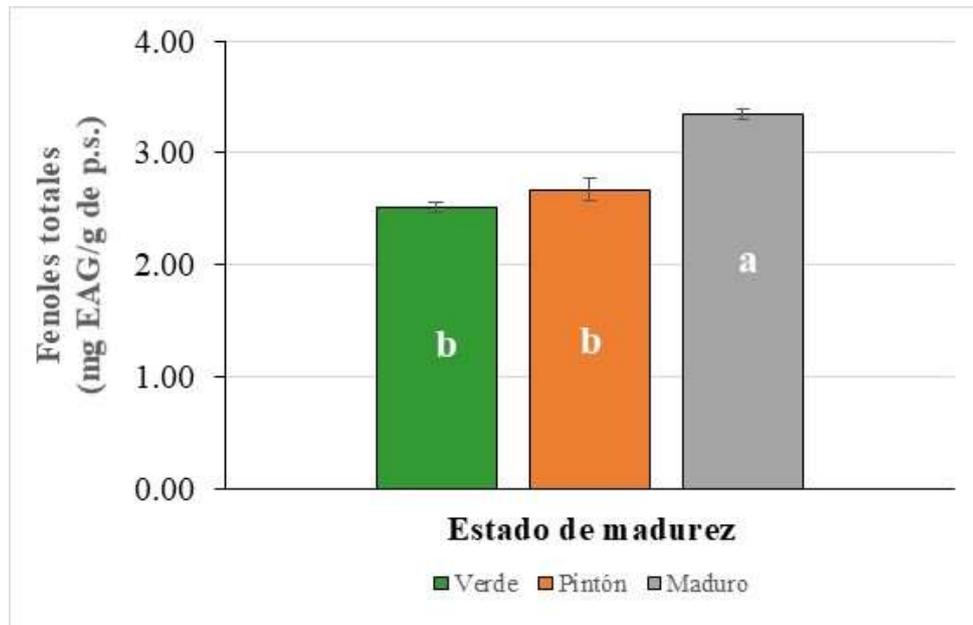
Los compuestos funcionales evaluados al mesocarpio y endocarpio del fruto de pitahaya amarilla en base seca fueron: contenido de fenoles totales y capacidad antioxidante.

#### 3.4.1. Contenido de fenoles totales

La cuantificación del contenido de fenoles totales se realizó al mesocarpio y endocarpio del fruto de pitahaya amarilla en base seca. Según la PCM de Tukey se observaron diferencias significativas entre los EM; los estados verde y pintón presentaron menor contenido de fenoles totales con 2,51 y 2,67 mg EAG/g de p.s. respectivamente (letra b) y el estado maduro presentó mayor valor de esta variable con 3,35 mg EAG/g de p.s. (letra a) (Figura 20, Tabla 4.1 del Anexo 4).

**Figura 20**

*Contenido de fenoles totales de mesocarpio y endocarpio del fruto de pitahaya amarilla a diferentes estados de madurez y días de evaluación.*



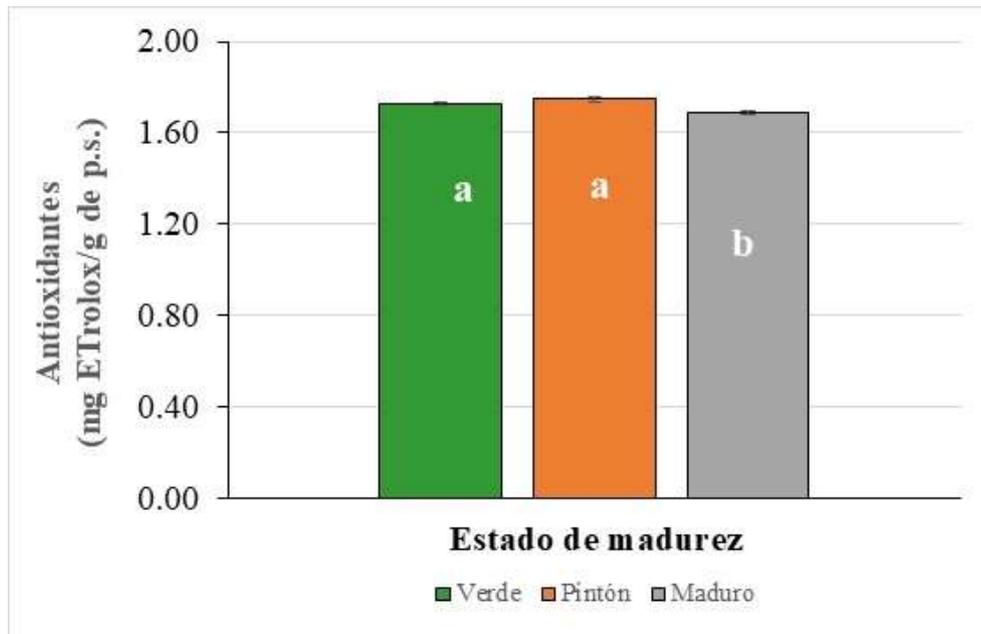
Las barras indican la desviación estándar (n=3). Letras diferentes en cada día de evaluación indican diferencias estadísticamente significativas según la prueba Tukey ( $p < 0,05$ ), para cada estado de madurez (EM).

### **3.4.2. Capacidad antioxidante**

La evaluación de la capacidad antioxidante se realizó al mesocarpio y endocarpio del fruto de pitahaya amarilla en base seca. Según la PCM de Tukey, se observaron diferencias significativas entre los EM; el estado maduro presentó menor capacidad antioxidante con 1,69 mg ETrolox/g de p.s. (letra b) y los estados verde y pintón presentaron mayor capacidad antioxidante con 1,73 y 1,75 mg ETrolox/g de p.s., respectivamente (letra a) (Figura 21, Tabla 4.2 del Anexo 4).

**Figura 21**

*Contenido de capacidad antioxidante del mesocarpio y endocarpio del fruto de pitahaya amarilla a diferentes estados de madurez y días de evaluación.*



Las barras indican la desviación estándar (n=3). Letras diferentes en cada día de evaluación indican diferencias estadísticamente significativas según la prueba Tukey ( $p < 0,05$ ), para cada estado de madurez (EM).

#### IV. DISCUSIÓN

Al determinar la influencia del estado de madurez en las características físico-químicas y nutricionales de pitahaya amarilla (*Hylocereus megalanthus*) cultivadas bajo sistema de tutor, se encontró diferencias significativas en la mayoría de los cambios físicos y químicos evaluadas (color, volumen, espesor de epicarpio, espesor de mesocarpio y endocarpio, contenido de epicarpio, contenido de mesocarpio y endocarpio, pérdida de peso, materia seca, porcentaje de agua del mesocarpio y endocarpio; pH, sólidos solubles totales, acidez titulable, índice de madurez); composición bioquímica (humedad, proteína cruda, lípidos, cenizas, fibra cruda, carbohidratos); y compuestos funcionales (contenido de fenoles totales y capacidad antioxidante), por cual aceptamos la hipótesis que plantea que los estados de madurez influyen en las características físico-químicas y nutricionales de la pitahaya amarilla (*Hylocereus megalanthus*).

La disminución de longitud, diámetro, peso y volumen del fruto, a mayor tiempo de evaluación se debe principalmente a la deshidratación del fruto. Diferenciándose al estudio de Vásquez et al. (2016), donde la longitud del fruto de pitahaya amarilla fue de 82,9 mm variedad palora y 66,1 mm variedad nacional, infiriendo que el ecotipo local del presente estudio fue mayor debido principalmente a las condiciones edafoclimáticas.

En cuanto al diámetro del fruto durante el periodo de evaluación se observó una mayor reducción entre 1 y 5 mm, respecto de los estudios reportados por Vera et al. (2021) quienes observaron que el diámetro del fruto disminuyó 0,62; 0,66 y 0,71 mm en los frutos con madurez inicial, media y completa, respectivamente, en temperatura ambiente; mientras que en temperatura controlada la reducción fue de 0,65 mm en madurez inicial, 0,63 mm en madurez media y 0,60 mm en madurez completa; esto podría deberse principalmente a las condiciones de almacenamiento del fruto como temperatura y humedad relativa.

De acuerdo a los análisis de colorimetría durante el periodo de evaluación los parámetros se incrementaron al pasar los días, donde L, a\* y b\* para estado verde y pintón fueron diferentes al estado maduro, excepto en algunos días donde fueron estadísticamente iguales. En cambio para el parámetro  $\Delta E^*$  todos los estados fueron estadísticamente iguales en excepción el día 15. Los parámetros L y b\* presentaron mayores valores entre (43 y 64) y (16 y 45) al estudio de Castro et al. (2021) donde identificó valores inferiores para los parámetros L\* (32,45) y b\* (1,87) con adición de cáscara. Como era de esperarse,

estos resultados muestran que, durante el periodo de evaluación, todos los frutos en sus diferentes estados de madurez, variaron hacia el color amarillo.

Los volúmenes del fruto observados en el presente estudio entre 262 y 273 mL en los tres EM, fueron superiores a los reportados por Martínez y De la llana, (2004) quienes observaron volúmenes entre 150 a 660 mL; el volumen del fruto está influenciado directamente por el peso, diámetro y longitud del fruto, es decir que la disminución o aumento del volumen del fruto es directamente proporcional al peso, diámetro y longitud del fruto fresco (Contreras y Arguello, 1999). Estos resultados están directamente relacionados con la variedad del fruto y condiciones edafoclimáticas.

En la variable peso del fruto existió un incremento conforme avanza el estado de maduración del fruto reportándose entre 230 y 335 g en los tres EM. Los resultados de peso del fruto, entre 230 y 335 g entre los tres EM, en la presente investigación, coinciden con lo reportado por Vásquez et al. (2016) quienes encontraron valores entre 204,2 y 331,6 g en frutos maduros de variedad palora y nacional. Por otro lado, Sotomayor et al. (2019) reportaron que el peso del fruto de estado 0 inicial a estado 6 maduro varía entre 262,11 y 394,66 g. De acuerdo a la literatura consultada y los resultados de la presente investigación, se podría afirmar que el peso del fruto aumenta conforme avanzan los distintos estados fenológicos del fruto.

El espesor de epicarpio del fruto de *Hylocereus megalanthus* del presente estudio varió entre 1,6 y 3,6 mm, valores inferiores a los reportados por Lopez y Espinoza (2018), quienes reportaron espesor de epicarpio de 3,88 mm para *Hylocereus undatus*, estas diferencias se deben principalmente a la especie del fruto.

En cuanto al espesor del mesocarpio y endocarpio del fruto que varió entre 59 y 71 mm, estos resultados fueron similares a los reportados por Yoplac et al. (2021), quienes encontraron valores entre 36,7 y 69,7 mm, estos resultados se pueden atribuir a que ambos resultados fueron realizados en el mismo lugar de estudio y con las mismas especies de muestras.

En el contenido de epicarpio del fruto se observó diferencias significativas en todos los estados de madurez, donde el estado maduro presentó menor contenido que varió entre 22 y 32 % en comparación al estado verde con 33 y 53 %, contrastando a lo reportado por Sotomayor et al. (2019) quienes encontraron que el porcentaje de cáscara se encontró

entre 33,40 y 55,93 %. Por otro lado, Guerrero, (2014) reportó un promedio de 54,60 a 41,20 %.

Por otro lado, el contenido de mesocarpio y endocarpio del fruto presentó diferencias significativas en todos los estados de madurez, el estado verde mostró menor contenido de mesocarpio y epicarpio que vario de 47,98 a 66,43 % en comparación al estado maduro que presentó de 68,25 a 76,28 %; datos superiores a lo reportado por Sotomayor et al. (2019) con 44.07 - 66.60 % en estado maduro. A la vez Cañar et al. (2014) reportaron datos similares al presente estudio con 62,64 %. Por su lado, Centurión et al (2008) mencionan que durante el cambio de color ocurre una importante acumulación de la porción comestible (pulpa) del fruto, y una disminución de la proporción cáscara.

Durante el tiempo de estudio los frutos perdieron entre 1 y 18 % de peso en los tres estados de madurez. Los frutos cosechados en estado verde presentaron una mayor perdida de peso (17,88 %). Esto concide con lo reportado por Osuna et al. (2011) quienes mencionan mayor pérdida de peso en estado verde con 7,8 %. Por otro lado, Magaña et al. (2013), mostraron que las frutas perdieron peso en un 8% desde el momento de su recolección hasta el sexto día. Estas pérdidas responden principalmente a la deshidratación del fruto.

La firmeza de la pulpa disminuye conforme avanza la madurez del fruto, resultados similares a los resultados reportados por Sotomayor et al. (2019) quienes observaron que si existe diferencia significativa entre los estados de madurez y disminucion de firmeza conforme avanza el estado de madurez, encontraron para el estado verde con 17,77 N y para el estado maduro con 6,20 N. La reduccion de la firmeza se debe a la degradación de las paredes celulares, las cuales contienen sustancias pépticas que provocan disminución de la rigidez y debilitamiento de la adhesión intercelular (Brummell, 2006).

La materia seca el fruto de pitahaya amarilla en el presente estudio varió entre 18 y 28 %, valores superiores a los reportados por Cañar et al. (2014), donde encontraron valores de 15,59 %, a la vez presenta similitud con el hallazgo de Alvarado, (2014) que observó un contenido de materia seca de 21,5 a 27,2 %. El porcentaje de agua de la pulpa vario entre 72 y 82 %, estos valores coinciden con los resultados encontrados por Cañar et al. (2014), donde el fruto de pitahaya presento entre 78,55 y 88,95% de porcentaje de agua. Asimismo, Báez y Pablo (2020) encontraron que el fruto maduro contiene 69,76% de agua, datos inferiores a lo encontrado en nuestra investigación. La variación del contenido de materia seca y humedad están relacionados con la variedad del fruto y condiciones

edafo-climáticas del cultivo. La relación de humedad y materia seca permite que la pitahaya amarilla sea de importancia para procesos industriales posteriores.

El pH de fruto de pitahaya amarilla varió entre 4 a 5 en todos los estados de madurez, resultados que coinciden a los reportados por Sotomayor et al. (2019) quienes observaron pH entre 4,56 y 4,86. Por su lado, García y Robayo, (2008) encontraron que la fruta inmadura obtuvo un pH de 4,05, mientras que la fruta madura presento un pH de 4,74. Según, Magaña et al. (2013), encontraron un pH de 4 a 7 en *Hylocereus undatus*.

El contenido de solidos solubles mostraron valores entre 16 y 19 °Brix. Esto coincide con los resultados encontrados por Sotomayor et al. (2019) donde los solidos solubles totales variaron entre 18,34 y 20,74 °Brix. Similares resultados obtuvieron Vásquez et al. (2016) quienes encontraron un valor de 20,10 ° Brix en fruta madura de ecotipo palora y 17,9 °Brix para el ecotipo nacional. Este indicador nos indica una mayor palatabilidad para el consumo humano.

La acidez titulable del fruto varió entre 0,06 y 0,13%, estos resultados fueron similares a Vásquez et al. (2016) quienes encontraron una acidez titulable de 0,12 % en frutos maduros. Centurión et al. (2008) señalaron que la acidez titulable en los últimos 5 días de maduración de los frutos disminuye; por lo que, la diferencia de solo un día entre cosechas puede generar diferencias de acidez. Por otro lado, Sotomayor et al. (2019) demostraron que la acidez titulable disminuye con los estados de madurez y el tiempo de almacenamiento

El índice de madurez (IM) del fruto en el proceso de maduración vario entre 160 y 247, se observó que el estado pintón presento menor índice de madurez en comparación a los demás estados. El IM es esencial para el consumo del fruto en fresco y para los procesos de exportación; el incremento del IM se debe a una disminución del contenido de ácidos orgánicos que aumentan la calidad organoléptica del fruto (Taiz & Zeiger, 2006).

Las variaciones de los cambios químicos y físicos del fruto de pitahaya amarilla se deberían principalmente a la variedad, lugar y condiciones edafo-climáticas.

El contenido de proteína en base seca de pitahaya amarilla el estado verde presento mayor contenido de proteína (6,16 %) en comparación al estado maduro (4,18 %). Diferenciándose a lo encontrado por Cueva, (2020) donde el estado maduro presento 6,66 % contenido de proteína.

Respecto al porcentaje de grasa en base seca de pitahaya amarilla varió entre 2,3 y 3%, valores superiores a los reportado por Cueva, (2020) donde encontró 1,63 % en *Hylocereus megalanthus*, así como, a los encontrados por Zapata (2007) que observó 1,11 % para *hylocereus undatus*. Es importante señalar que el porcentaje de grasa aporta 9 kcal, considerándose una buena fuente energética (Gonzáles, 2013).

Respecto al porcentaje de cenizas en base seca de pitahaya amarilla el estado verde mostró mayor porcentaje de cenizas con 2,21 % en comparación al estado pintón con 2,02% y maduro con 1,84 %. Datos superiores a los reportados por Diaz (2005) quien encontró valor de 0,5 % en *Hylocereus megalanthus* y 0,7 % en *Hylocereus undatus*. El contenido de cenizas esta referido al análisis de residuos inorgánicos.

El contenido de fibra cruda en base seca, el fruto pintón presentó 6,70 % el verde con 6,20% y maduro con 3,83 %. Los resultados del presente estudio fueron inferiores a los reportados por Cueva, (2020) quien para *Hylocereus megalanthus* observó 27,28 %; por otro lado fueron superiores a lo encontrado por Zapata, (2007) para *Hylocereus undatus* con 1,57 %.

El porcentaje de carbohidratos es más elevado el estado maduro con 76,54 % seguido por el estado verde con 74,32 % y pintón con 73,22 %; datos superiores a lo reportado por Cueva, (2020) con 67,14% y Zapata (2007) con 11,96 en *Hylocereus undatus*, evidenciándose un contenido superior de carbohidratos reflejando un potencial alimenticio para el consumo humano.

El contenido de fenoles varió entre 2,51 y 3,35 mg EAG/g1 de p.s., estos resultados fueron superiores a los reportados por García et al. (2012), quienes observaron valor promedio de 0,53 mg EAG/g de p.s.

La Capacidad antioxidante mediante el método DPPH varió entre 1,69 y 1,75 mg ETrolox/g de p.s.; estos resultados fueron superiores a los encontrados por Huamani y Paucar, (2018) quienes reportaron 3,18 mg ETrolox/g de p.s., La capacidad antioxidante se basa en su mayoría al contenido de compuestos fenólicos totales y vitamina C presentes en la muestra.

## V. CONCLUSIONES

- En la mayoría de los cambios físicos y químicos evaluadas (color, volumen, espesor de epicarpio, espesor de mesocarpio y endocarpio, contenido de epicarpio, contenido de mesocarpio y endocarpio, pérdida de peso, materia seca, porcentaje de agua del mesocarpio y endocarpio; pH, sólidos solubles totales, acidez titulable, índice de madurez); composición bioquímica (humedad, proteína cruda, lípidos, cenizas, fibra cruda, carbohidratos); y compuestos funcionales (contenido de fenoles totales y capacidad antioxidante), en los diferentes días de evaluación, se observó diferencias significativas entre los estados de madurez, excepto en longitud, diámetro, peso del fruto, y firmeza.
- Los frutos maduros presentaron mayores valores de espesor de mesocarpio y endocarpio, volumen, contenido de mesocarpio y endocarpio, materia seca en comparación al estado verde; pero menor espesor de cascara, contenido de epicarpio, pérdida de peso y porcentaje de agua de la pulpa en comparación a los frutos verdes y pintones.
- Los cambios químicos como pH, Sólidos solubles totales y acidez titulable fueron mayores para frutos maduros; pero el índice de madurez fue menor en comparación a los frutos verdes y pintones.
- Los frutos en estado verde presentaron mayor contenido de proteína, cenizas y lípidos en comparación a los demás estados, pero menor cantidad de fibra en comparación al estado pintón. Los frutos maduros contienen mayor porcentaje de carbohidratos que los frutos verdes y pintones. El mayor contenido de fibras está en los frutos pintones.
- Los frutos en estado maduro presentaron un mayor contenido de compuestos fenólicos y contrariamente una menor capacidad antioxidante en comparación a los frutos en estado verde y pintón.

## **VI. RECOMENDACIONES**

- Realizar investigaciones complementarias a diferentes temperaturas de la composición bioquímica y funcional de *Hylocereus megalanthus*.
  
- Realizar otras investigaciones de la composición bioquímica y funcional de *Hylocereus megalanthus* en otros sistemas de cultivo como muro de piedra o tutores vivos.
  
- Realizar estudios de evaluaciones sensoriales en los diferentes estados de madurez de (*Hylocereus megalanthus*).

## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alvarado, J. (2014). *Caracterización poscosecha de la calidad del fruto de pitahaya amararilla (*Selenicereus megalanthus*) y roja (*Hylocereus undatus*)*. [Tesis de pregrado, Universidad de Guayaquil, Ecuador]. Obtenido de [http://wfa.ust.hk/women\\_matter\\_asia\\_files/Women\\_Matter\\_Asia.pdf](http://wfa.ust.hk/women_matter_asia_files/Women_Matter_Asia.pdf)<http://dx.doi.org/10.1016/j.paid.2014.01.052><https://www.mckinsey.com/featured-insights/leadership/the-leadership-journey-of-abraham-lincoln?cid=other-eml-alt-mkq-mck-oth-1805&hlkid=145b>
- Andrade, M. & Ruano, C. (2016). *Estudio de la cadena productiva de la pitahaya amarilla en el cantón Pedro Vicente Maldonado, Provincia de Pichincha con: la propuesta para la creación de una asociación de productores de pitahaya amarilla para el periodo 2010-2018*. {Tesis de pregrado, Universidad Central del Ecuador}, Ecuador. Obtenido de <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/9087/1/T-UCE-0005-092-2016.pdf>
- AOAC. (2005). *Official Methods of Analysis* (H. William & G. J. Latimer (eds.); 18a ed. USA.
- Báez , C. & Pablo, R. (2020). *Valor nutritivo, valor calórico y valoración de vitamina C en el fruto de selenicereus megalanthus “ Pitahaya amarilla” procedente de la región Amazonas*. [ Tesis de pregrado, Universidad Privada Antonio Guillermo Urrelo, Cajamarca, Perú. Obtenido de <http://repositorio.upagu.edu.pe/bitstream/handle/UPAGU/1355/FYB-023-2020.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Bolaños, G. & Calero, C. (2015). *Calidad poscosecha y componentes bioactivos de pitahaya (*Hylocereus triangularis*) y guayaba (*Psidium guayava*) debido a índices de madurez y temperatura de conservación* ). [Tesis de pregrado, Universidad De Las Fuerzas Armadas], Sangolqui, Ecuador. Obtenido de <http://repositorio.espe.edu.ec/xmlui/handle/21000/10771>
- Brummell. (2006). Cell wall disassembly in ripening fruit. *Funct Plant Biol*, 33(2), 103-119. doi:10.1071/FP05234

- Cañar, D., Caetano, C. & Bonilla, M. (2014). Caracterización fisicoquímica y proximal del fruto de pitahaya amarilla [*Selenicereus megalanthus* (K. Shum. DEx Vaupel) Moran] cultivada en Colombia. *Agronomía*, 22(1), 77-87. Obtenido de [http://vip.ucaldas.edu.co/agronomia/downloads/Agronomia22\(1\)\\_8.pdf](http://vip.ucaldas.edu.co/agronomia/downloads/Agronomia22(1)_8.pdf)
- Castro, J., Dos, M., Hoinatski, A., Klososki, S., Graton, J., Matshushita, M., . . . De Abreu, B. (2021). Dragon fruit (*Hylocereus undatus* Haw.) jam: Use full, development and caracterizacion. *Research, society and Development*, 10(7), 1-14. doi:<http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v10i7.16255>
- Centurión, A., Solís, S., Saucedo, C., Báez, R. & Sauri, E. (2008). Cambios físicos, químicos y sensoriales en frutos de pitahaya (*Hylocereus undatus*) durante su desarrollo. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 31(1), 1-5. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/610/61031101.pdf>
- Char, C., Yoplac, I. & Escalona, V. (2016). Microbiological and functional quality of ready-to-eat arugula as treated by combinations of uv-c and nonconventional modified atmospheres. *Journal of Food Processing and Preservation*, 1-10. doi:10.1111/jfpp.12978
- Contreras, S. & Arguello, D. (1999). *Caracterización preliminar de dieciseis accesiones de pitahaya (Hylocereus spp.) recolectadas en el Pacífico y Centro de Nicaragua*. [ Tesis de pregrado, Facultad de Agronomía, Universidad Nacional Agraria]. Obtenido de <https://repositorio.una.edu.ni/1911/1/tnf30m385c.pdf>
- Cueva, R. (2020). *Evaluación de las propiedades físico químicas y microbiológicas, en la harina de cáscara de pitahaya (Selenicereus undatus (haw) d.r. hunt) para uso de raciones alimenticias de animales*. [ Tesis de pregrado, Universidad Estatal Amazónica ], Puyo, Ecuador. Obtenido de <file:///C:/Users/Lenovo/Downloads/T.%20AGROIN.%20B.%20UEA.%20%202116.pdf>
- Díaz, J. (2005). Biología y manejo postcosecha de pitahaya roja y amarilla (*Hylocereus* spp., y *Selenicereus* spp). *La Calera*, 5(6), 44-49. Obtenido de <https://lcalera.una.edu.ni/index.php/CALERA/article/view/50>

- García, M. (2003). *Pitahaya: Cosecha y Postcosecha*. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria. Obtenido de <https://www.researchgate.net/publication/316159055>
- García, L., Salinas, Y. & Valle, S. (2012). Betalaínas, compuestos fenólicos y actividad antioxidante en pitaya de mayo (*Stenocereus griseus* h.). *Revista Fitotecnia Mexicana*, 35(5), 1-5.
- García, M. & Robayo, P. (2008). Evaluación del uso de atmósferas modificadas pasivas y temperaturas bajas en la conservación de pitaya amarilla (*Selenicereus megalanthus* Shuman). *Revista Corpoica-Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 9(1), 30-39. doi: 10.21930
- González, A. (2013). Posición de consenso sobre las bebidas con edulcorantes no calóricos y su relación con la salud. *Revista Mexicana de Cardiología*, 24(2), 55-68.
- Guerrero, M. (2014). *Estudio del manejo poscosecha de pitahaya amarilla (Selenicereus megalanthus) procedente del cantón Pedro Vicente Maldonado de la provincia de Pichincha*. [ Tesis de pregrado, Escuela Politécnica Nacional ], Quito. Obtenido de <https://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/9105>
- Huamani, D. & Paucar, P. (2018). *Determinación del contenido de ácido ascórbico y capacidad antioxidante del fruto liofilizado de pitahaya amarilla (Hylocereus megalanthus) y pitahaya roja (Hylocereus undatus)*. [ Tesis de Pregrado, Universidad Católica de Santa María ], Arequipa-Perú. Obtenido de <https://core.ac.uk/download/pdf/198131539.pdf>
- INTAGRI. (2020). Método de tutores en el Cultivo de Pitahaya. Serie Frutales. *Artículos técnicos de INTAGRI.*, 2. Obtenido de <https://www.intagri.com/articulos/frutales/tipos-de-tutores-en-el-cultivo-de-la-pitahaya>
- Jiménez, L., González, M., Cruz, S., Santana, R. & Villacís, L. (2017). Análisis poscosecha de frutos de pitahaya amarilla (*Cereus triangularis* Haw.), a distintos niveles de madurez y temperatura. *Selva Andina Biosphere*, 5(2), 107–115.

Obtenido de [http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2308-38592017000200005](http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2308-38592017000200005)

- Kondo, T., Martinez, M., Medina, J., Rebolledo, A. & Cardozo, C. (2013). *Tecnología para el manejo de pitaya amarilla Selenicereus megalanthus (K. Schum. ex Vaupel) Moran en Colombia*. Colombia: Corpoica. Obtenido de <https://repository.agrosavia.co/handle/20.500.12324/34308>
- Lim, T. (2012). *Hylocereus megalanthus, hylocereus polyrhizus, hylocereus undatus*. In *edible medicinal and non-medicinal plants* (Vol. 1). London New York. Obtenido de <https://www.springer.com/gp/book/9789048186600>
- Lopez, C. & Espinosa, D. (2018). *Caracterización de seis genotipos de pitahaya (Hylocereus undatus Britt and Rose), rendimiento en fruta e identificación de organismos asociado a la pitahaya, en Masaya*. [Tesis de pregrado, Facultad de Agronomía, Universidad Nacional Agraria], Managua, Nicaragua. Obtenido de <https://repositorio.una.edu.ni/3684/>
- 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. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/813/81329290007.pdf>
- Martínez, T. & De Llana, N. (2004). *Caracterización y evaluación de siete clones de pitahaya (Hylocereus spp.) en el centro experimental campos azules (ceca), masatepe, masaya*. [Tesis de diplomado, Universidad Nacional Agraria], Managua, Nicaragua. Obtenido de <https://repositorio.una.edu.ni/1911/>
- Medina, J. (2015). *Documentar las relaciones hídricas y requerimientos nutricionales de la pitaya amarilla, Selenicereus megalanthus (k. schum. ex vaupel) moran, durante distintas etapas fenológicas del cultivo en tres localidades del valle del Cauca*. [Tesis de maestría, Universidad Nacional de Colombia], Palmira, Colombia. Obtenido de <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/57117>
- Ochoa, C., Garcia, V., Luna, J., Luna, M., Hernández, P. & Guerrero, J. (2012). Características antioxidantes, fisicoquímicas y microbiológicas de jugo fermentado y sin fermentar de tres variedades de pitahaya (*Hylocereus spp.*).

*Scientia Agropecuaria*, 3(4), 279-289.  
doi:<https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2012.04.02>

Osterloh, A., Ebert, G., Held, W., Schulz, H. & Urban, E. (1996). *Lagerung von Obst und Südfrüchten*. Verlag Ulmer (Stuttgart).

Osuna, T., Ibarra, M., Muy, M., Valdez, B., Villareal, M. & Hernandez, S. (2011). Calidad postcosecha de frutos de pitahaya (*Hylocereus undatus Haw.*) cosechados en tres estados de madurez. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 34(1), 63-72. Obtenido de [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0187-73802011000100010](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-73802011000100010)

Quijano, C., Echeverri, D. & Pino, J. (2012). Characterization of odor-active compounds in yellow pitaya (*Hylocereus megalanthus (Haw.) Britton et Rose*). *Revista CENIC CIENCIAS QUÍMICAS*, 43, 1-7.

Rodriguez, D., Patiño, M., Miranda, D., Fischer, G. & Galvis, J. (2005). Efecto de dos índices de madurez y dos temperaturas de almacenamiento sobre el comportamiento en poscosecha de la pitahaya amarilla (*Selenicereus megalanthus Haw.*). *Rev.Fac.Nal.Agr.Medellín*, 58(2), 2827–2837. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/1799/179914237004.pdf>

Ruiz, A., Cerna, J. & Paucar, L. (2020). Pitahaya (*Hylocereus spp*): Cultivo, características fisicoquímicas, composición nutricional y compuestos bioactivos. *Scientia Agropecuaria*, 11(3), 439–453.  
doi:<https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2020.03.16>

Sotomayor, A., Pitizaca, S., Sánchez, M., Burbano, A., Diaz, A., Nicolalde, J., . . . Vargas, Y. (2019). Evaluación físico química de fruta de pitahaya (*Selenicereus megalanthus*) en diferentes estados de desarrollo. *Enfoque UTE*, 10(1), 89–96.  
doi:<https://doi.org/10.29019/enfoqueute.v10n1.386>

Taiz, L. & Zeiger, L. (2006). *Plant physiology*. 5th ed. Sinauer Associates Inc., Publishers Sunderland, Massachusetts U.S.A.

Vásquez, W., Aguilar, K., Vilaplana, R., Viteri, P., Viera, W. & Valencia, S. (2016). Calidad del fruto y pérdidas poscosecha de pitahaya amarilla (*Selenicereus*

*megalanthus* Haw.) en Ecuador. *Agronomía Colombiana*, 34(1), S1081-S1083.  
doi:<https://doi.org/10.15446/agron.colomb.v34n1supl.58279>

Velásquez, S., Guillen, S., Cedeño, G., Mendoza, J. & Ormaza, K. (2019). Calidad poscosecha de frutos de pitahaya (*Hylocereus undatus* Haw .) en tres estados de madurez. *Espamciencia*, 10(1), 8-13. Obtenido de [http://revistasepam.espam.edu.ec/index.php/Revista\\_ESPAMCIENCIA/article/view/182](http://revistasepam.espam.edu.ec/index.php/Revista_ESPAMCIENCIA/article/view/182)

Vera, A., Lopez, Y., Guillen, S., Velasquez, S. & Chila, C. (2021). Calidad de pitahaya amarilla *selenicereus megalanthus* en diferentes estados de madurez y temperaturas de conservacion. *Revista Espamciencia*, 12(2), 141-151. doi:[https://doi.org/10.51260/revista\\_espamciencia\\_v12i2.233](https://doi.org/10.51260/revista_espamciencia_v12i2.233)

Yoplac, I. (2012). *Efecto de radiación uv-c y atmósferas modificadas activas sobre la calidad microbiológica y funcional de rúcula*. [ Tesis de maestría, Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile ], Santiago, Chile. Obtenido de <https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/149070>

Yoplac, I., Chávez, R. & Santos , J. (2021). *Manual de cosecha y poscosecha de pitahaya amarilla (Hylocereus megalanthus)*. Amazonas, Perú. Obtenido de <https://repositorio.inia.gob.pe/handle/20.500.12955/1420?mode=full>

Zapata, M. (2007). *Desarrollo y evaluación física y química de un refresco a base de Pitahaya (Hylocereus undatus)*. [ Tesis de pregrado, Carrera de Agroindustria Alimentaria ], Zamorano, Honduras. Obtenido de <file:///C:/Users/Lenovo/Downloads/AGI-2007-T047.pdf>

## ANEXOS

### ANEXO 1. CAMBIOS FÍSICOS

**Tabla 1.1.**

*Longitud del fruto de pitahaya amarilla en sus diferentes estados de madurez, almacenadas a 16 °C por 20 días.*

Estado de Madurez (EM)	Longitud del Fruto (mm)				
	Día 1	Día 5	Día 10	Día 15	Día 20
Verde	94,03 <sup>1</sup> ± 7,60 <sup>2</sup>	92,76 ± 7,70	91,17 ± 8,14	90,04 ± 8,22	88,84 ± 8,33
Pintón	98,34 ± 2,54	97,14 ± 2,72	95,88 ± 2,42	94,79 ± 2,32	93,80 ± 2,32
maduro	95,07 ± 2,52	92,90 ± 2,87	91,85 ± 2,89	90,05 ± 3,35	88,40 ± 4,07
Nivel de significancia					
EM	NS	NS	NS	NS	NS

1, 2/ Los valores indican el promedio y desviación estándar (n=5).

Letras diferentes en sentido vertical, indican diferencias estadísticamente significativas según la prueba Tukey (p<0,05), para cada estado de madurez (EM).

NS: No significativo.

**Tabla 1.2.**

*Diámetro del fruto de pitahaya amarilla en sus diferentes estados de madurez, almacenadas a 16 °C por 20 días.*

Estado de Madurez (EM)	Diámetro del Fruto (mm)				
	Día 1	Día 5	Día 10	Día 15	Día 20
Verde	67,59 <sup>1</sup> ± 4,62 <sup>2</sup>	66,71 ± 4,49	65,66 ± 4,52	64,21 ± 4,74	63,02 ± 4,66
Pintón	73,93 ± 4,95	73,30 ± 4,91	72,24 ± 4,98	70,91 ± 4,90	69,77 ± 5,01
maduro	74,33 ± 5,21	72,42 ± 4,62	71,82 ± 4,77	70,59 ± 5,05	69,17 ± 4,93
Nivel de significancia					
EM	NS	NS	NS	NS	NS

1, 2/ Los valores indican el promedio y desviación estándar (n=5).

Letras diferentes en sentido vertical, indican diferencias estadísticamente significativas según la prueba Tukey (p<0,05), para cada estado de madurez (EM).

NS: No significativo.

**Tabla 1.3.**

*Volumen del fruto de pitahaya amarilla en sus diferentes estados de madurez, almacenadas a 16 °C por 20 días.*

Estado de Madurez (EM)	Volumen del Fruto (mL)									
	Día 1		Día 5		Día 10		Día 15		Día 20	
Verde	272,22 <sup>1</sup> ± 48,67 <sup>2</sup>		267,49 ± 47,87		239,17 ± 17,50		229,49 ± 16,38	b	216,42 ± 16,79	b
Pintón	324,57 ± 49,55		320,02 ± 49,46		274,42 ± 26,08		263,70 ± 27,02	a b	251,07 ± 27,78	a b
maduro	294,62 ± 33,17		281,54 ± 43,09		280,71 ± 30,75		273,37 ± 26,04	a	262,74 ± 27,35	a
Nivel de significancia	NS		NS		NS		S		S	

1, 2/ Los valores indican el promedio y desviación estándar (n=5).

Letras diferentes en sentido vertical, indican diferencias estadísticamente significativas según la prueba Tukey (p<0,05), para cada estado de madurez (EM).

S: Significativo para p<0,05. NS: No significativo.

**Tabla 1.4.**

*Peso del fruto de pitahaya amarilla en sus diferentes estados de madurez, almacenadas a 16 °C por 20 días.*

Estado de Madurez (EM)	Peso del Fruto (g)				
	Día 1	Día 5	Día 10	Día 15	Día 20
Verde	279,76 <sup>1</sup> ± 46,60 <sup>2</sup>	273,04 ± 45,58	256,34 ± 46,41	243,28 ± 46,85	230,48 ± 44,14
Pintón	334,56 ± 50,89	327,42 ± 49,84	312,68 ± 47,96	299,26 ± 44,89	285,68 ± 42,18
maduro	304,42 ± 34,65	296,00 ± 35,48	284,24 ± 37,90	274,28 ± 37,96	266,68 ± 37,04
Nivel de significancia	NS				

1, 2/ Los valores indican el promedio y desviación estándar (n=5).

Letras diferentes en sentido vertical, indican diferencias estadísticamente significativas según la prueba Tukey (p<0,05), para cada estado de madurez (EM).

NS: No significativo.

**Tabla 1.5.**

*Espesor de epicarpio (cascara) del fruto de pitahaya amarilla en sus diferentes estados de madurez, almacenadas a 16 °C por 20 días.*

Estado de Madurez (EM)	Espesor de epicarpio del Fruto (mm)									
	Día 1		Día 5		Día 10		Día 15		Día 20	
Verde	3,32 <sup>1</sup> ± 0,37 <sup>2</sup>	a	3,15 ± 0,33	a	2,47 ± 0,30	a	2,71 ± 0,17	a	2,05 ± 0,56	
Pintón	3,54 ± 0,60	a	2,92 ± 0,33	a	2,86 ± 0,20	a	2,66 ± 0,38	a	2,21 ± 0,20	
maduro	2,10 ± 0,41	b	2,17 ± 0,40	b	1,64 ± 0,18	b	1,73 ± 0,23	b	1,83 ± 0,16	
Nivel de significancia										
EM	S		S		S		S		NS	

1, 2/ Los valores indican el promedio y desviación estándar (n=5).

Letras diferentes en sentido vertical, indican diferencias estadísticamente significativas según la prueba Tukey (p<0,05), para cada estado de madurez (EM).

S: Significativo para p<0,05. NS: No significativo.

**Tabla 1.6.**

*Espesor de mesocarpio y endocarpio del fruto de pitahaya amarilla en sus diferentes estados de madurez, almacenadas a 16 °C por 20 días.*

Estado de Madurez (EM)	Espesor Mesocarpio y Endocarpio del Fruto (mm)									
	Día 1		Día 5		Día 10		Día 15		Día 20	
Verde	60,32 <sup>1</sup> ± 6,44 <sup>2</sup>	b	59,73 ± 4,13	b	59,33 ± 9,09		60,26 ± 2,13	b	61,14 ± 3,42	b
Pintón	62,36 ± 2,37	a b	63,58 ± 4,58	a b	66,73 ± 3,29		68,18 ± 4,90	a	67,95 ± 4,73	a b
maduro	69,70 ± 5,09	a	69,72 ± 3,46	a	66,34 ± 7,11		66,63 ± 5,60	a b	70,48 ± 5,48	a
Nivel de significancia										
EM	S		S		NS		S		S	

1, 2/ Los valores indican el promedio y desviación estándar (n=5).

Letras diferentes en sentido vertical, indican diferencias estadísticamente significativas según la prueba Tukey (p<0,05), para cada estado de madurez (EM).

S: Significativo para p<0,05. NS: No significativo.

**Tabla 1.7.**

*Contenido de epicarpio (cascara) del fruto de pitahaya amarilla en sus diferentes estados de madurez, almacenadas a 16 °C por 20 días.*

Estado de Madurez (EM)	Contenido de epicarpio cascara (%)														
	Día 1		Día 5		Día 10		Día 15		Día 20						
Verde	52,02 <sup>1</sup>	± 3,65 <sup>2</sup>	a	46,76	± 3,14	a	40,76	± 3,76	a	39,04	± 3,61	a	33,57	± 4,94	a
Pintón	49,92	± 3,46	a	44,26	± 4,71	a	42,34	± 9,97	a	33,88	± 2,53	a	32,78	± 3,19	a
maduro	31,75	± 2,70	b	29,01	± 7,02	b	25,71	± 4,11	b	22,57	± 2,99	b	23,72	± 4,06	b
Nivel de significancia															
EM	S			S			S			S			S		

1, 2/ Los valores indican el promedio y desviación estándar (n=5).

Letras diferentes en sentido vertical, indican diferencias estadísticamente significativas según la prueba Tukey (p<0,05), para cada estado de madurez (EM).

S: Significativo para p<0,05.

**Tabla 1.8.**

*Contenido de mesocarpio y endocarpio del fruto de pitahaya amarilla en sus diferentes estados de madurez, almacenadas a 16 °C por 20 días.*

Estado de Madurez (EM)	Contenido de mesocarpio y endocarpio (%)														
	Día 1		Día 5		Día 10		Día 15		Día 20						
Verde	47,98 <sup>1</sup>	± 3,65 <sup>2</sup>	b	53,24	± 3,14	b	59,24	± 3,76	b	60,96	± 3,61	b	66,43	± 4,94	b
Pintón	50,08	± 3,46	b	55,74	± 4,71	b	57,66	± 9,97	b	66,12	± 2,53	b	67,22	± 3,19	b
maduro	68,25	± 2,70	a	70,99	± 7,02	a	74,29	± 4,11	a	77,43	± 2,99	a	76,28	± 4,06	a
Nivel de significancia															
EM	S			S			S			S			S		

1, 2/ Los valores indican el promedio y desviación estándar (n=5).

Letras diferentes en sentido vertical, indican diferencias estadísticamente significativas según la prueba Tukey (p<0,05), para cada estado de madurez (EM).

S: Significativo para p<0,05.

**Tabla 1.9.**

*Pérdida de peso del fruto de pitahaya amarilla en sus diferentes estados de madurez, almacenadas a 16 °C por 20 días.*

Estado de Madurez (EM)	Pérdida de peso del Fruto (%)				
	Día 1	Día 5	Día 10	Día 15	Día 20
Verde	0,00 <sup>1</sup> ± 0,00 <sup>2</sup>	2,40 ± 0,42	8,54 ± 1,67	13,33 ± 2,49	17,88 ± 2,15 a
Pintón	0,00 ± 0,00	2,13 ± 0,58	6,55 ± 0,63	10,52 ± 0,86	14,56 ± 1,21 b
maduro	0,00 ± 0,00	2,82 ± 0,62	6,80 ± 1,92	10,11 ± 2,31	12,60 ± 2,29 b
Nivel de significancia					
EM	NS	NS	NS	NS	S

1, 2/ Los valores indican el promedio y desviación estándar (n=5).

Letras diferentes en sentido vertical, indican diferencias estadísticamente significativas según la prueba Tukey (p<0,05), para cada estado de madurez (EM).

S: Significativo para p<0,05. NS: No significativo.

**Tabla 1.10.**

*Firmeza del fruto de pitahaya amarilla en sus diferentes estados de madurez, almacenadas a 16 °C por 20 días.*

Estado de Madurez (EM)	Firmeza del Fruto (N)				
	Día 1	Día 5	Día 10	Día 15	Día 20
Verde	11,06 <sup>1</sup> ± 1,65 <sup>2</sup>	10,65 ± 0,52	10,64 ± 0,81	10,42 ± 1,13	10,24 ± 1,08
Pintón	10,45 ± 1,28	10,26 ± 0,46	10,19 ± 0,75	9,96 ± 1,08	9,90 ± 1,24
maduro	10,18 ± 1,70	10,06 ± 1,52	9,97 ± 0,79	9,90 ± 0,99	9,77 ± 1,34
Nivel de significancia					
EM	NS	NS	NS	NS	NS

1, 2/ Los valores indican el promedio y desviación estándar (n=5).

Letras diferentes en sentido vertical, indican diferencias estadísticamente significativas según la prueba Tukey (p<0,05), para cada estado de madurez (EM).

NS: No significativo.

**Tabla 1.11.**

*Materia seca del fruto de pitahaya amarilla en sus diferentes estados de madurez, almacenadas a 16 °C por 20 días.*

Estado de Madurez (EM)	Materia seca del Fruto (%)					
	Día 1	Día 5	Día 10	Día 15	Día 20	
Verde	21,88 <sup>1</sup> ± 1,41 <sup>2</sup>	22,36 ± 1,13	19,96 ± 1,83	18,42 ± 1,58	b	21,87 ± 7,05
Pintón	23,13 ± 1,41	27,03 ± 6,72	24,10 ± 3,87	21,54 ± 2,14	a	21,95 ± 1,00
maduro	21,85 ± 2,68	22,42 ± 5,20	22,23 ± 0,96	23,07 ± 1,49	a	24,12 ± 5,37
Nivel de significancia						
EM	NS	NS	NS	S	NS	

1, 2/ Los valores indican el promedio y desviación estándar (n=5).

Letras diferentes en sentido vertical, indican diferencias estadísticamente significativas según la prueba Tukey (p<0,05), para cada estado de madurez (EM).

S: Significativo para p<0,05. NS: No significativo.

**Tabla 1.12.**

*Porcentaje de agua de la pulpa del fruto de pitahaya amarilla en sus diferentes estados de madurez, almacenadas a 16 °C por 20 días.*

Estado de Madurez (EM)	Porcentaje de agua de la pulpa del Fruto (%)					
	Día 1	Día 5	Día 10	Día 15	Día 20	
Verde	78,12 <sup>1</sup> ± 1,41 <sup>2</sup>	77,64 ± 1,13	80,04 ± 1,83	81,58 ± 1,58	a	78,13 ± 7,05
Pintón	76,87 ± 1,41	72,97 ± 6,72	75,90 ± 3,87	78,46 ± 2,14	b	78,05 ± 1,00
maduro	78,15 ± 2,68	77,58 ± 5,20	77,77 ± 0,96	76,93 ± 1,49	b	75,88 ± 5,37
Nivel de significancia						
EM	NS	NS	NS	S	NS	

1, 2/ Los valores indican el promedio y desviación estándar (n=5).

Letras diferentes en sentido vertical, indican diferencias estadísticamente significativas según la prueba Tukey (p<0,05), para cada estado de madurez (EM).

S: Significativo para p<0,05. NS: No significativo.

## ANEXO 2. CAMBIOS QUÍMICOS

**Tabla 2.1.**

*pH del fruto de pitahaya amarilla en sus diferentes estados de madurez, almacenadas a 16 °C por 20 días.*

Estado de Madurez (EM)	pH del fruto						
	Día 1	Día 5	Día 10	Día 15	Día 20		
Verde	4,23 <sup>1</sup> ± 0,15 <sup>2</sup>	4,25 ± 0,10	b	4,72 ± 0,04	a	4,71 ± 0,11	4,97 ± 0,09
Pintón	4,19 ± 0,07	4,34 ± 0,16	b	4,60 ± 0,05	b	4,65 ± 0,05	4,95 ± 0,03
maduro	4,37 ± 0,09	4,70 ± 0,09	a	4,48 ± 0,09	c	4,80 ± 0,17	4,91 ± 0,10
Nivel de significancia							
EM	NS	S		S		NS	NS

1, 2/ Los valores indican el promedio y desviación estándar (n=5).

Letras diferentes en sentido vertical, indican diferencias estadísticamente significativas según la prueba Tukey (p<0,05), para cada estado de madurez (EM). S: Significativo para p<0,05. NS: No significativo.

**Tabla 2.2.**

*Solidos solubles totales del fruto de pitahaya amarilla en sus diferentes estados de madurez, almacenadas a 16 °C por 20 días.*

Estado de Madurez (EM)	Solidos solubles totales (° Bx)					
	Día 1	Día 5	Día 10	Día 15	Día 20	
Verde	18,50 <sup>1</sup> ± 0,40 <sup>2</sup>	18,60 ± 0,49	17,10 ± 0,38	17,30 ± 0,78	a b	17,35 ± 0,76
Pintón	17,90 ± 0,38	18,10 ± 0,58	17,70 ± 0,82	16,90 ± 0,88	b	18,15 ± 0,95
maduro	18,45 ± 0,48	18,15 ± 1,53	17,70 ± 1,04	18,25 ± 0,50	a	18,10 ± 0,42
Nivel de significancia						
EM	NS	NS	NS	S		NS

1, 2/ Los valores indican el promedio y desviación estándar (n=5).

Letras diferentes en sentido vertical, indican diferencias estadísticamente significativas según la prueba Tukey (p<0,05), para cada estado de madurez (EM). S: Significativo para p<0,05. NS: No significativo.

**Tabla 2.3.**

*Acidez titulable del fruto de pitahaya amarilla en sus diferentes estados de madurez, almacenadas a 16 °C por 20 días.*

Estado de Madurez (EM)	Acidez titulable (%)						
	Día 1	Día 5	Día 10	Día 15	Día 20		
Verde	0,11 <sup>1</sup> ± 0,01 <sup>2</sup>	0,12 ± 0,01	0,07 ± 0,01	b	0,08 ± 0,01	b	0,07 ± 0,01
Pintón	0,11 ± 0,01	0,11 ± 0,02	0,08 ± 0,01	a b	0,10 ± 0,01	a	0,08 ± 0,01
maduro	0,10 ± 0,01	0,10 ± 0,02	0,09 ± 0,01	a	0,08 ± 0,01	a b	0,07 ± 0,01
Nivel de significancia							
EM	NS	NS	S		S		NS

1, 2/ Los valores indican el promedio y desviación estándar (n=5).

Letras diferentes en sentido vertical, indican diferencias estadísticamente significativas según la prueba Tukey (p<0,05), para cada estado de madurez (EM).

S: Significativo para p<0,05. NS: No significativo.

**Tabla 2.4.**

*Índice de madurez del fruto de pitahaya amarilla en sus diferentes estados de madurez, almacenadas a 16 °C por 20 días.*

Estado de Madurez (EM)	Índice de madurez (IM)						
	Día 1	Día 5	Día 10	Día 15	Día 20		
Verde	172,26 <sup>1</sup> ± 8,36 <sup>2</sup>	160,89 ± 18,18	244,86 ± 24,50	a	223,61 ± 27,15	a b	234,90 ± 23,74
Pintón	163,30 ± 13,46	166,99 ± 22,51	216,65 ± 16,89	a b	178,00 ± 25,04	b	241,18 ± 22,14
maduro	179,77 ± 20,46	193,39 ± 33,94	197,60 ± 33,00	b	226,55 ± 32,56	a	246,04 ± 26,17
Nivel de significancia							
EM	NS	NS	S		S		NS

1, 2/ Los valores indican el promedio y desviación estándar (n=5).

Letras diferentes en sentido vertical, indican diferencias estadísticamente significativas según la prueba Tukey (p<0,05), para cada estado de madurez (EM).

S: Significativo para p<0,05. NS: No significativo.

### ANEXO 3. COMPUESTOS FUNCIONALES

**Tabla 3.1**

*Contenido de fenoles totales (mg EAG/g de p.s.) del mesocarpio y endocarpio de pitahaya amarilla en base seca.*

Estado de madurez (EM)	Contenido de fenoles totales (mg EAG/g de p.s.)
Verde	2.51 <sup>1</sup> ± 0.05 <sup>2</sup> b
Pintón	2.67 ± 0.10 b
Maduro	3.35 ± 0.05 a
Nivel de significancia	S
EM	

1, 2/ Los valores indican el promedio y desviación estándar (n=3).

Letras diferentes en sentido vertical, indican diferencias estadísticamente significativas según la prueba Tukey (p<0,05), para cada estado de madurez (EM).

S: Significativo para p<0,05.

**Tabla 3.2.**

*Capacidad antioxidante (mg ETrolox/g de p.s.) del mesocarpio y endocarpio de pitahaya amarilla en base seca.*

Estado de madurez (EM)	Capacidad antioxidante (mg ETrolox/g de p.s.)
Verde	1.73 <sup>1</sup> ± 0.01 <sup>2</sup> a
Pintón	1.75 ± 0.01 a
Maduro	1.69 ± 0.01 b
Nivel de significancia	S
EM	

1, 2/ Los valores indican el promedio y desviación estándar (n=3).

Letras diferentes en sentido vertical, indican diferencias estadísticamente significativas según la prueba Tukey (p<0,05), para cada estado de madurez (EM).

S: Significativo para p<0,05.

## ANEXO 4. RECOLECCIÓN DE LAS MUESTRAS

**Figura A.1.**

*Imagen fotográfica de las plantaciones de pitahaya amarilla en el Fundo “Machamo”.*



**Figura A.2.**

*Imagen fotográfica de la recolección de pitahaya amarilla: (a) fruto verde; (b) fruto pintón, y (c) fruto maduro.*



**Figura A.3.**

*Imagen fotográfica de frutos de pitahaya amarilla en jabas cosecheras de plástica y jabas de madera para ser trasladadas a laboratorio: (a) canastilla plástica para cosecha, y (b) jaba de madera para cosecha.*



(a)

(b)

**Figura A.4.**

*Imagen fotográfica del lavado de frutos de pitahaya amarilla con agua destilada e hipoclorito de sodio: (a) frutos pintones, y (b) frutos maduros.*



**(a)**

**(b)**

**Figura A.5.**

*Imagen fotográfica del almacenamiento de frutos de pitahaya amarilla a 16°C.*



## ANEXO 6. EVALUACIONES DE CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y QUÍMICAS EM VERDE

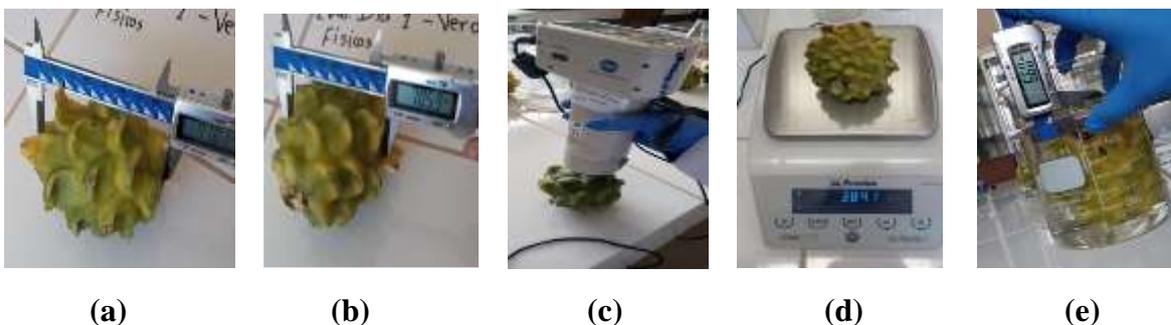
**Figura A.6.**

*Imagen fotográfica de frutos de pitahaya amarilla en EM verde durante los días de evaluación.*



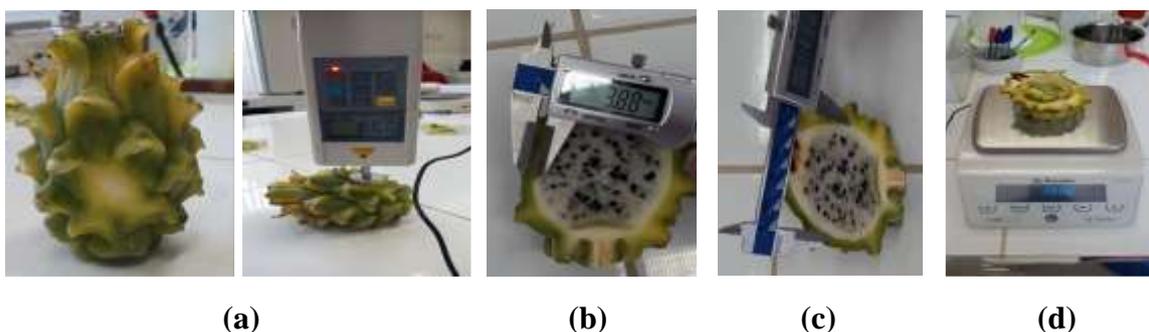
**Figura A.7.**

*Imagen fotográfica de evaluaciones físicas de los mismos frutos de pitahaya amarilla en EM verde durante 1,5,10,15 y 20 días: (a) longitud; (b) diámetro; (c) color; (d) peso, y (e) volumen.*



**Figura A.8.**

*Imagen fotográfica de evaluaciones físicas de diferentes frutos de pitahaya amarilla en EM verde durante 1,5,10,15 y 20 días: (a) firmeza; (b) espesor de epicarpio (cascara); (c) espesor de mesocarpio y endocarpio, y (d) peso de cascara.*



**Figura A.9.**

*Imagen fotográfica de evaluaciones químicas de diferentes frutos de pitahaya amarilla en EM verde durante 1, 5, 10, 15 y 20 días: (a) muestras para sacar jugo; (b) pH; (c) °brix; (d) materia seca y porcentaje de agua de la pulpa, y (e) acidez titulable.*



**(a)**



**(b)**



**(c)**



**(d)**



**(e)**

## ANEXO 7. EVALUACIONES DE CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y QUÍMICAS EM PINTON

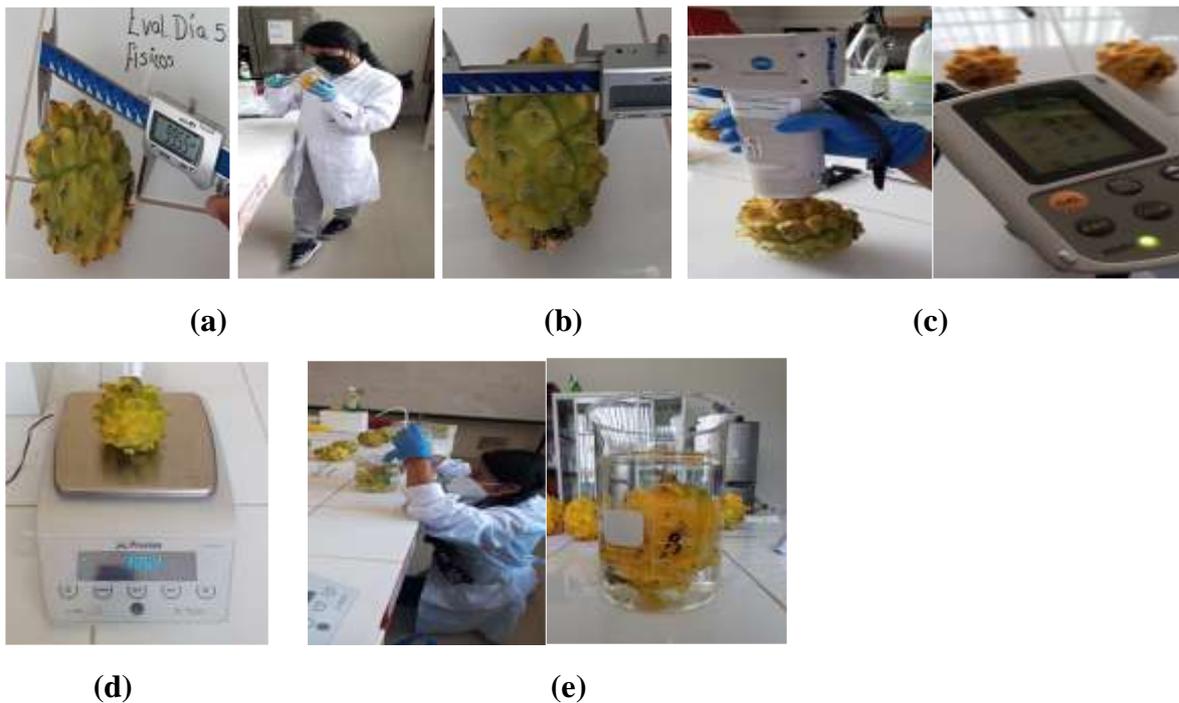
**Figura A.10.**

*Imagen fotográfica de frutos de pitahaya amarilla en EM pintón durante los días de evaluación.*



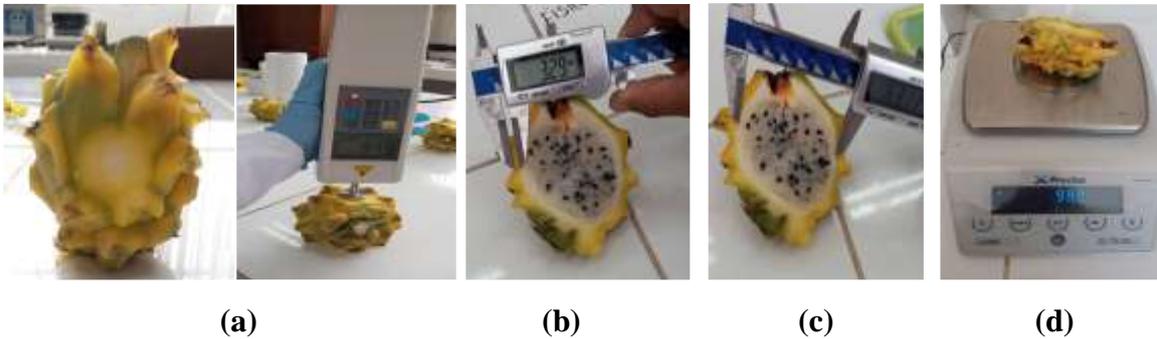
**Figura A.11.**

*Imagen fotográfica de evaluaciones físicas de los mismos frutos de pitahaya amarilla en EM pintón durante 1,5,10,15 y 20 días: (a) longitud; (b) diámetro; (c) Color; (d) peso, y (e) volumen.*



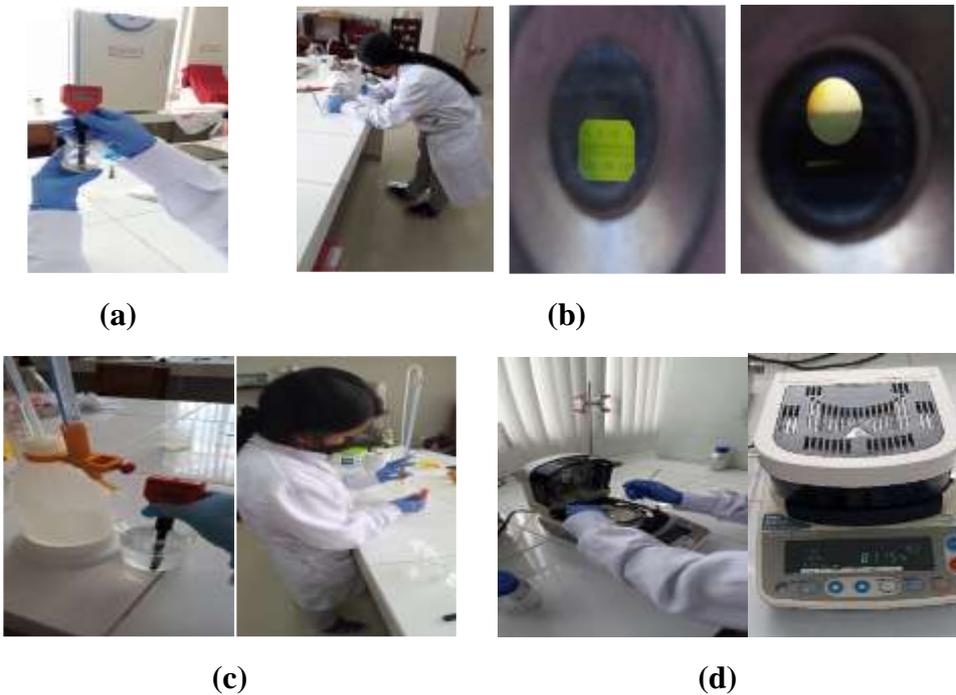
**Figura A.12.**

*Imagen fotográfica de evaluaciones físicas de diferentes frutos de pitahaya amarilla en EM pintón durante 1,5,10,15 y 20 días: (a) firmeza; (b) espesor de epicarpio (cascara); (c) espesor de mesocarpio y endocarpio, y (d) peso de cascara.*



**Figura A.13.**

*Imagen fotográfica de evaluaciones químicas de diferentes frutos de pitahaya amarilla en EM pintón durante 1, 5,10,15 y 20 días: (a) pH; (b) °brix; (c) acidez titulable, y (d) materia seca y porcentaje de agua de la pulpa.*



## ANEXO 8. EVALUACIONES DE CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y QUÍMICAS EN MADURO

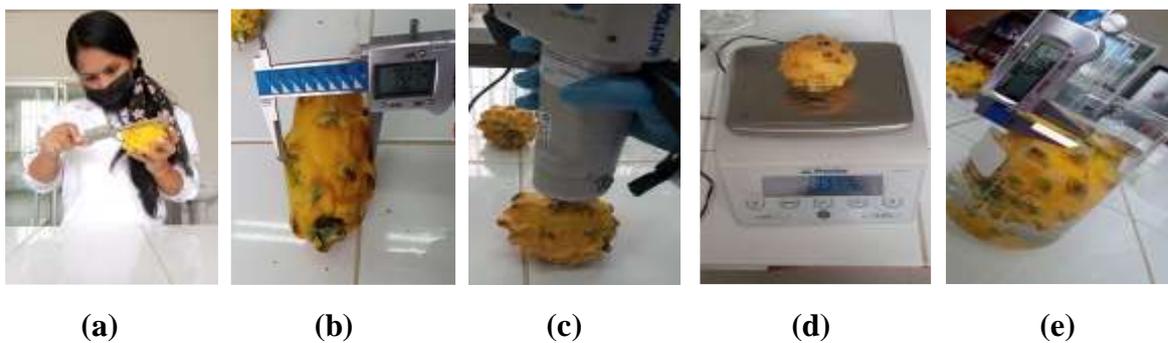
**Figura A.14.**

*Imagen fotográfica de frutos de pitahaya amarilla en EM maduro durante los días de evaluación.*



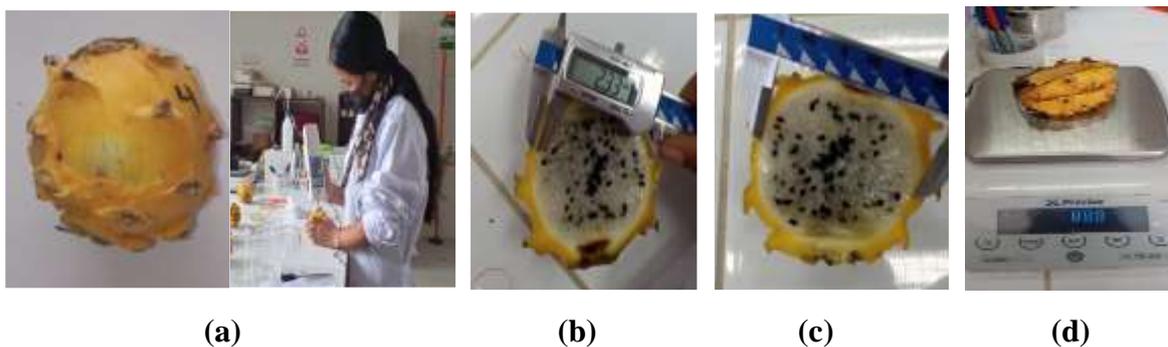
**Figura A.15.**

*Imagen fotográfica de evaluaciones físicas de los mismos frutos de pitahaya amarilla en EM maduro durante 1,5,10,15 y 20 días: (a) longitud; (b) diámetro; (c) Color; (d) peso, y (e) volumen.*



**Figura A.16.**

*Imagen fotográfica de evaluaciones físicas de diferentes frutos de pitahaya amarilla en EM maduro durante 1,5,10,15 y 20 días: (a) firmeza; (b) espesor de epicarpio (cascara); (c) espesor de mesocarpio y endocarpio, y (d) peso de cascara.*



**Figura A.17.**

*Imagen fotográfica de evaluaciones químicas de diferentes frutos de pitahaya amarilla en EM maduro durante 1, 5, 10, 15 y 20 días: (a) pH; (b) °brix; (c) acidez titulable, y (d) materia seca y porcentaje de agua de la pulpa.*



**(a)**



**(b)**



**(c)**



**(d)**

## ANEXO 9. EVALUACIONES DE COMPOSICIÓN BIOQUÍMICA (NUTRICIONAL)

**Figura A.18.**

*Imagen fotográfica de muestras en base fresca y seca de pitahaya amarilla para composición bioquímica: (a) muestra fresca; (b) muestra seca; (c) muestra en molino pulverizador, y (d) muestras molidas listas para la evaluación.*

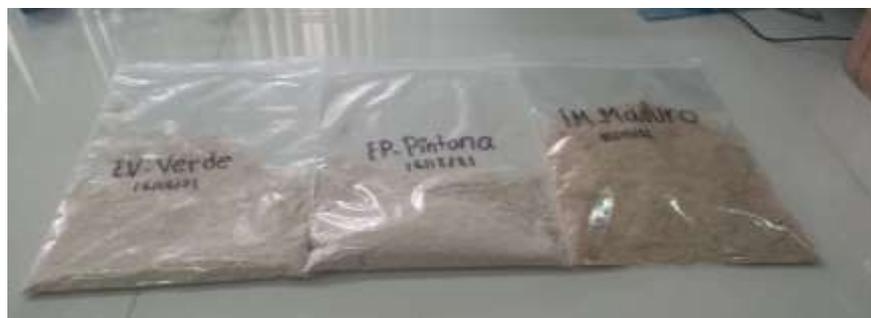


(a)

(b)



(b)



(d)

**Figura A.19.**

*Imagen fotográfica de evaluación de humedad de pitahaya amarilla en base seca: (a) peso de muestra; (b) muestras listas para colocar a estufa, y (c) muestras listas para evaluar humedad después de 24 horas a 105°C.*



(a)



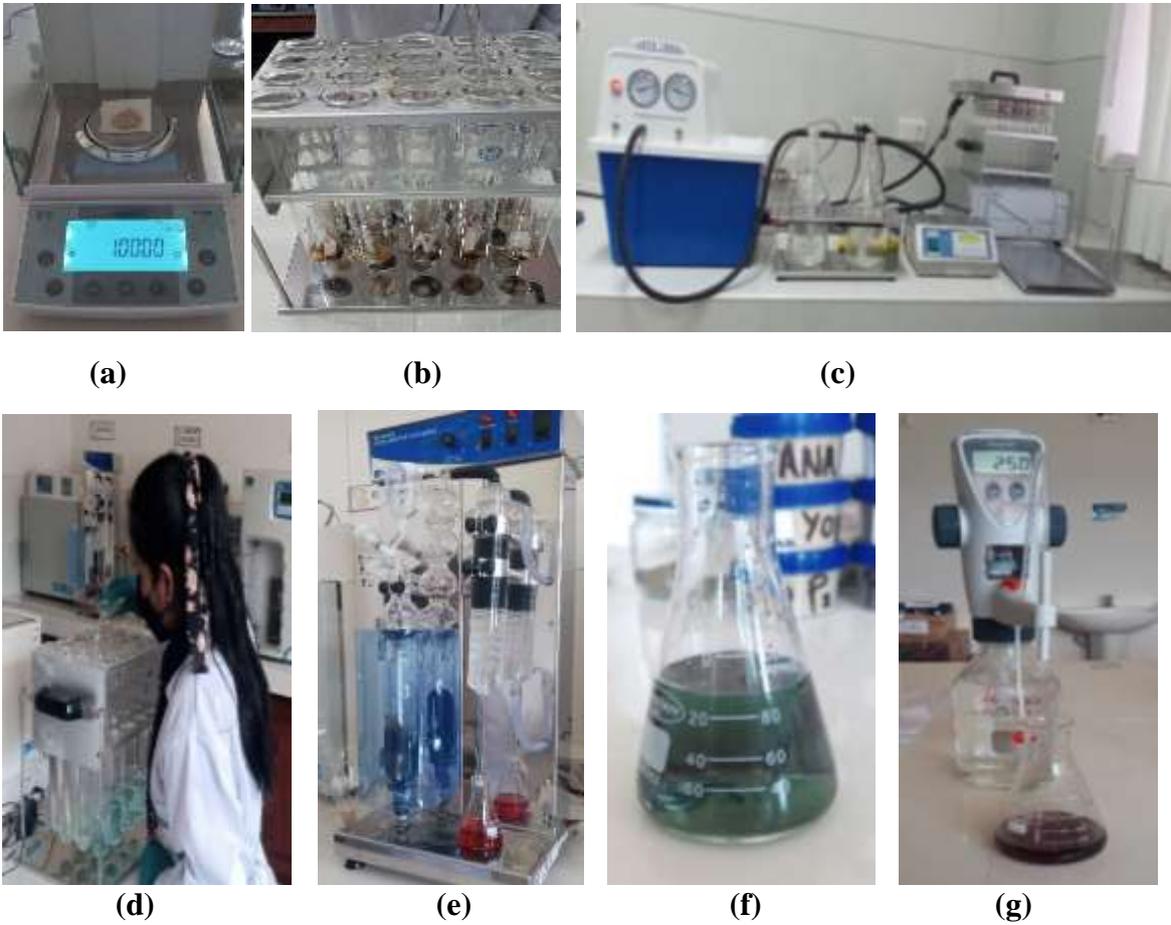
(b)



(c)

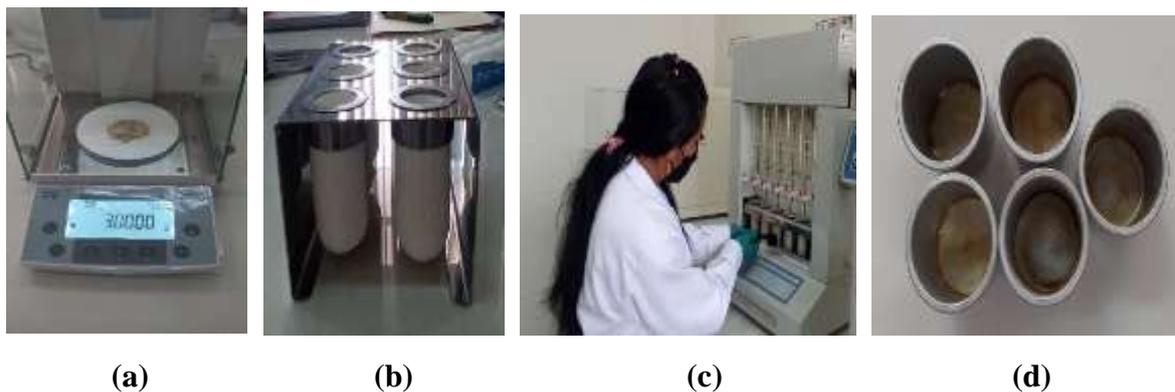
**Figura A.20.**

*Imagen fotográfica de evaluación de proteínas de pitahaya amarilla en base seca: (a) peso de muestra; (b) muestras listas para colocar al equipo de digestión; (c) proceso de digestión; (d) agregando agua destilada; (e) proceso de destilación; (f) muestra destilada, y (g) titulación de muestra.*



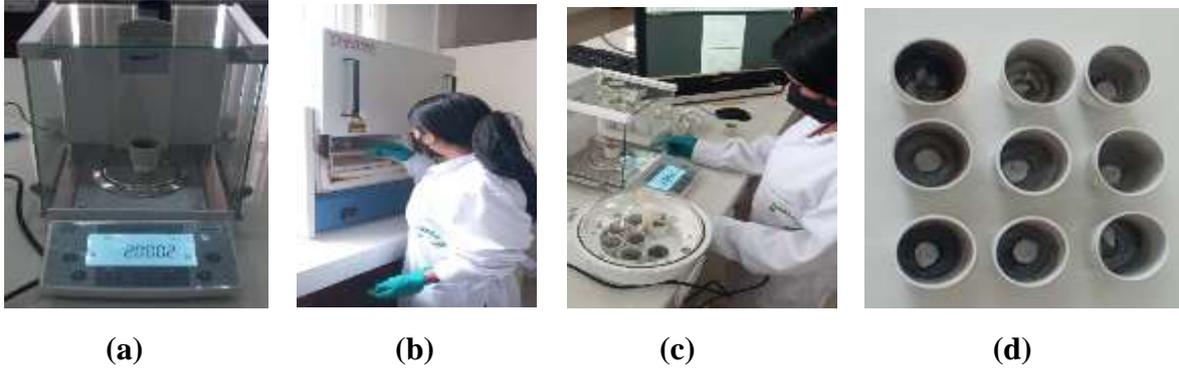
**Figura A.21.**

*Imagen fotográfica de evaluación de grasas de pitahaya amarilla en base seca: (a) peso de muestra; (b) muestras listas para colocar al equipo soxhlet ; (c) proceso de obtención de grasas, y (d) grasa total obtenida.*



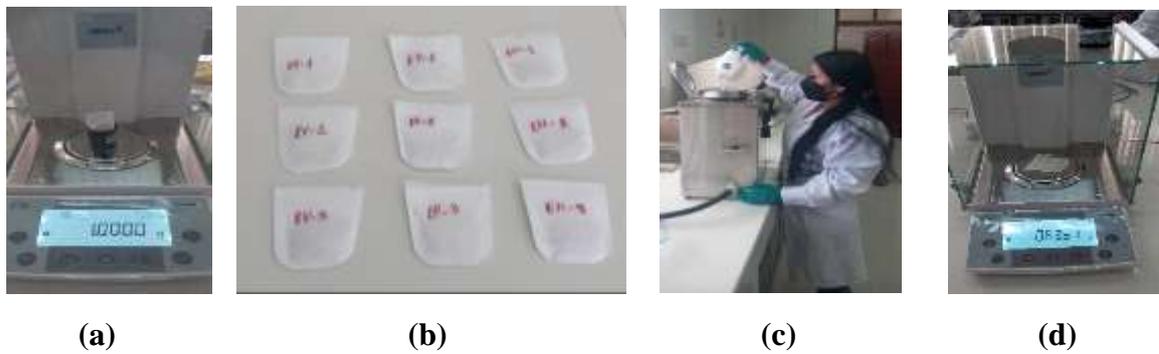
**Figura A.22.**

*Imagen fotográfica de evaluación de cenizas de pitahaya amarilla en base seca: (a) peso de muestra; (b) muestras colocadas a estufa para su proceso; (c) peso final de cenizas y (d) ceniza total obtenida.*



**Figura A.23.**

*Imagen fotográfica de evaluación de fibras de pitahaya amarilla en base seca: (a) peso de muestra; (b) muestras listas para su proceso; (c) muestras en el procesador de fibras, y (d) peso final de fibras.*



## ANEXO 10. EVALUACIONES DE COMPUESTOS FUNCIONALES

**Figura A.24.**

*Imagen fotográfica de determinación de compuestos fenoles en pitahaya amarilla: (a) preparacion de muestra; (b) centrifugado a 3000 RPM X 30 min; (c) filtrado wathman; (d) muestras a 25°C oscuridad; (e) absorcion de muestras; (f) resultado final de fenoles y (g) resultado de curva de calibración.*



(a)

(b)

(c)



(d)

(e)

(f)



(g)

**Figura A.25.**

*Imagen fotográfica de determinación de capacidad antioxidante en pitahaya amarilla: (a) preparación de muestra; (b) muestras procesadas; (c) absorcion de muestras; (d) resultado final de capacidad antioxidante y (e) resultado de curva de calibración.*



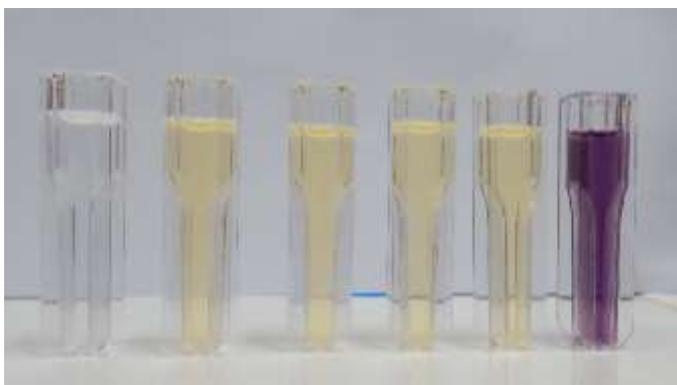
**(a)**



**(b)**



**(c)**



**(d)**



**(e)**