



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA AGROPECUARIA DE MANABÍ  
MANUEL FÉLIX LÓPEZ**

**CARRERA DE INGENIERÍA AGRÍCOLA**

**INFORME DE TRABAJO DE TITULACIÓN  
PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE  
INGENIERO AGRÍCOLA**

**MODALIDAD: PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

**TEMA:**

**CALIDAD POSTCOSECHA DE PITAHAYA ROJA (*Hylocereus undatus Haw*) Y AMARILLA (*Selenicereus megalanthus*) EN DIFERENTES ESTADOS DE MADUREZ Y TEMPERATURAS DE CONSERVACIÓN**

**AUTORAS:**

**ANNABELL ELOISA VERA VERA  
YENNY ALEXANDRA LÓPEZ VERA**

**TUTORA:**

**ING. SASKIA GUILLEN MENDOZA, M.Sc.**

**CALCETA, FEBRERO 2021**

## DERECHO DE AUTORIA

Yo **ANNABELL ELOISA VERA VERA**, con cédula de ciudadanía 1315222628, Y **YENNY ALEXANDRA LÓPEZ VERA** con cédula de ciudadanía 1312057019, declaramos bajo juramento que el Trabajo de titulación: **CALIDAD POSTCOSECHA DE PITAHAYA ROJA (*Hylocereus undatus* Haw) Y AMARILLA (*Selenicereus megalanthus*) EN DIFERENTES ESTADOS DE MADUREZ Y TEMPERATURAS DE CONSERVACIÓN** es de mi autoría, que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional, y que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración, concedo a favor de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos, conservando a mi favor todos los derechos patrimoniales de autor sobre la obra, en conformidad con el Artículo 114 del Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación.



**ANNABELL ELOISA VERA VERA**



**YENNY ALEXANDRA LÓPEZ VERA**

## CERTIFICACIÓN DE TUTOR

**ING. SASKIA VALERIA GUILLEN MENDOZA, M.Sc**, certifico haber tutelado el proyecto **CALIDAD POSTCOSECHA DE PITAHAYA ROJA (*Hylocereus undatus Haw*) Y AMARILLA (*Selenicereus megalanthus*) EN DIFERENTES ESTADOS DE MADUREZ Y TEMPERATURAS DE CONSERVACIÓN**, que ha sido desarrollado por **ANNABELL ELOISA VERA VERA Y YENNY ALEXANDRA LÓPEZ VERA**, previo a la obtención del título de ingeniero agrícola, de acuerdo al **REGLAMENTO PARA LA ELABORACIÓN DE TRABAJO DE TITULACIÓN DE LA UNIDAD DE TITULACIÓN ESPECIAL** de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.



**ING. SASKIA GUILLEN MENDOZA, M.Sc,**

## APROBACIÓN DEL TRIBUNAL

Los suscritos integrantes del tribunal correspondiente, declaramos que hemos **APROBADO** el trabajo de titulación **CALIDAD POSTCOSECHA DE PITAHAYA ROJA (*Hylocereus undatus Haw*) Y AMARILLA (*Selenicereus megalanthus*) EN DIFERENTES ESTADOS DE MADUREZ Y TEMPERATURAS DE CONSERVACIÓN**, que ha sido propuesto, desarrollado por **ANNABELL ELOISA VERA VERA Y YENNY ALEXANDRA LÓPEZ VERA**, previa la obtención del título de ingeniero agrícola, de acuerdo al **REGLAMENTO PARA LA ELABORACIÓN DE TRABAJO DE TITULACIÓN** de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.



Firmado digitalmente por:  
CRISTIAN SERGIO  
VALDIVIESO  
LOPEZ

ING. CRISTHIAN SERGIO  
VALDIVIESO LÓPEZ, Mg. Sc.

**MIEMBRO**



Firmado digitalmente por:  
SERGIO MIGUEL  
VELEZ ZAMBRANO

ING. SERGIO MIGUEL  
VÉLEZ ZAMBRANO, Mg. Sc.

**MIEMBRO**



Firmado digitalmente por:  
GALO ALEXANDER  
CEDENO GARCIA

ING. GALO ALEXANDER CEDEÑO, Mg. Sc.

**PRESIDENTE**

## AGRADECIMIENTO

A la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López que nos dio la oportunidad de crecer como ser humano a través de una educación superior de calidad y en la cual hemos forjado nuestros conocimientos profesionales día a día.

A Dios por haberme permitido alcanzar esta meta por la cual he luchado incansablemente.

A mis padres por darme la vida y la oportunidad de realizar este sueño y cumplir esta meta.

A mi tutora de tesis Ing. Saskia Guillen por su paciencia y motivación brindada en la ejecución de este trabajo.

A Afranio Esmeralda y todos mis compañeros que me ayudaron día a día en el transcurso de la carrera.

A Don Olvin Intriago, Ing Katya Ormaza y a la Ing. Viviana López. Por último, agradezco a cada uno de los docentes en el trayecto del camino han aportado con un granito de arena a mi formación académica.



**ANNABELL ELOISA VERA VERA**



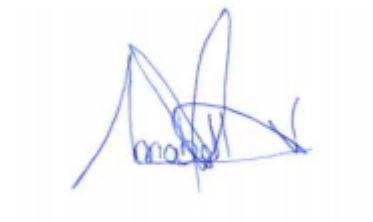
**YENNY ALEXANDRA LÓPEZ VERA**

## DEDICATORIA

Con fe a Dios por guiarme en cada uno de mis pasos y colarme de bendiciones.

A mis padres Luis y Freya en especial a mi madre por confiar en mí, por su esfuerzo, amor y motivación que me brinda para que continúe en cada momento.

A mi novio Cristian Chila a mis hermanos Yilda y Luis Vera, a mi tía Marisol Salas y al Ing. Eudaldo Loor que me brindaron su apoyo motivándome día a día en la carrera.

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'ANNABELL ELOISA VERA VERA', with a stylized flourish above the text.

**ANNABELL ELOISA VERA VERA**

## DEDICATORIA

A Dios por darme la fortaleza necesaria día a día para seguir adelante.

A mis queridos padres Alipio y Vicenta por su apoyo, sus consejos y optimismo brindado en todo momento.

A mis tías Irene López y Ana López que siempre estuvieron brindándome palabras de aliento en todo momento para que culminara esta carrera.

A mi novio Gregorio Sabando por brindarme su apoyo incondicional motivándome a ser mejor cada día.

A handwritten signature in blue ink that reads "Yenny López Vera". The signature is written in a cursive, flowing style with three distinct arches over the first three words.

**YENNY ALEXANDRA LÓPEZ VERA**

## CONTENIDO GENERAL

DERECHO DE AUTORIA.....	ii
CERTIFICACIÓN DE TUTOR .....	iii
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL.....	iv
AGRADECIMIENTO.....	v
DEDICATORIA.....	vi
DEDICATORIA.....	vii
CONTENIDO GENERAL.....	viii
CONTENIDO DE CUADROS Y FIGURAS.....	x
RESUMEN .....	xiii
ABSTRACT .....	xiii
CAPITULO I. ANTECEDENTES .....	1
1.1  PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	1
1.2  JUSTIFICACIÓN .....	2
1.3  OBJETIVOS .....	3
1.3.1  OBJETIVO GENERAL .....	3
1.3.2  OBJETIVO ESPECÍFICOS.....	3
1.4  HIPÓTESIS .....	3
CAPITULO II. MARCO TEÓRICO.....	4
2.1  ORIGEN DE LA PITAHAYA .....	4
2.2  TAXONOMÍA.....	4
2.3  IMPORTANCIA COMO CULTIVO.....	4
2.3.1  SUPERFICIE DE PITAHAYA SEMBRADA EN EL ECUADOR .....	5
2.4  IMPORTANCIA NUTRICIONAL .....	6
2.5  IMPORTANCIA MONETARIA .....	6
2.6  CALIDAD POSTCOSECHA DE LA PITAHAYA .....	7
2.6.1  CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LA PITAHAYA ROJA .....	8
2.6.2  CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DE LA PITAHAYA ROJA.....	8
2.6.3  CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LA PITAHAYA AMARILLA .....	8
2.6.4  CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DE LA PITAHAYA AMARILLA .....	8
2.7  TEMPERATURAS DE CONSERVACIÓN .....	9
2.8  ESTADOS DE MADUREZ.....	9
CAPITULO III. DESARROLLO METODOLÓGICO .....	12



3.1	UBICACIÓN .....	12
3.2	FACTORES DE ESTUDIO .....	12
3.2.1	COMBINACIÓN DE LOS FACTORES .....	13
3.2.2	DESCRIPCIÓN de los tratamientos .....	13
3.2.3	PERÍODO DE EVALUACIÓN.....	13
3.3	DISEÑO EXPERIMENTAL .....	14
3.3.1	ESQUEMA DE ANÁLISIS DE VARIANZA (ANOVA).....	14
3.3.2	ANÁLISIS DE DATOS .....	14
3.4	VARIABLES RESPUESTAS .....	14
3.4.1	ANÁLISIS FÍSICOS.....	14
3.4.2	ANÁLISIS QUÍMICOS .....	15
CAPITULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....		17
4.1.	PITAHAYA ROJA ( <i>Hylocereus undatus</i> Haw.).....	17
4.2.	PITAHAYA AMARILLA.....	27
CAPITULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....		40
5.1.	CONCLUSIONES.....	40
5.2.	RECOMENDACIONES .....	40
BIBLIOGRAFÍA .....		41
ANEXOS .....		44

## CONTENIDO DE CUADROS Y FIGURAS

<b>Cuadro 2.1</b> Taxonomía de las pitahayas roja y amarilla .....	4
<b>Cuadro 2.2</b> Composición nutricional de la pitahaya roja y amarilla .....	6
<b>Cuadro 2.3</b> Índices de madurez apropiados para la cosecha y comercialización de la pitahaya amarilla.....	10
<b>Cuadro 3.1</b> Tabla de tratamientos realizados.....	13
<b>Cuadro 3.2</b> Periodo de evaluación y temperatura ambiente.....	13
<b>Cuadro 3.3</b> Esquema del ANOVA.....	14
<b>Cuadro 4.1.</b> Medias de peso de frutos (g) de pitahaya roja ( <i>Hylocereus undatus</i> Haw.) letras iguales en el día de evaluación representan separación de medias no significativas de acuerdo al test de Tukey al 95% de confianza.....	17
<b>Cuadro 4.2</b> Medias diámetro de frutos (mm) de pitahaya roja ( <i>Hylocereus undatus</i> Haw.) letras iguales en el día de evaluación representan separación de medias no significativas de acuerdo al test de Tukey al 95% de confianza .....	19
<b>Cuadro 4.3</b> Medias de firmeza de pitahaya roja ( <i>Hylocereus undatus</i> Haw.) letras diferentes en el día de muestreo representas separación de medias significativas de acuerdo al test de Tukey al 95% de confianza.....	21
<b>Cuadro 4.4</b> Solido solubles totales °Brix de pitahaya roja ( <i>Hylocereus undatus</i> Haw.) letras diferentes en el día de evaluación representan separación de medias significativas de acuerdo al test de Tukey al 95% de confianza. ....	22
<b>Cuadro 4.5</b> Medias de acidez titulable de pitahaya roja ( <i>Hylocereus undatus</i> Haw.) letras diferentes en el día de evaluación representan separación de medias significativas de acuerdo al test de Tukey al 95% de confianza .....	24
<b>Cuadro 4.6</b> Comportamiento del pH de pitahaya roja ( <i>Hylocereus undatus</i> Haw.) letras diferentes en el día de evaluación representan separación de medias significativas de acuerdo al test de Tukey al 95% de confianza.....	26
<b>Cuadro 4.7</b> Medias de peso de fruto (g) de pitahaya amarilla ( <i>Selenicereus megalanthus</i> ) letras diferentes en el día de evaluación representan separación de medias significativas de acuerdo al test de Tukey al 95% de confianza. ....	28
<b>Cuadro 4.8</b> Medias de diámetro de fruto (mm) de pitahaya amarilla ( <i>Selenicereus megalanthus</i> ) letras diferentes en el día de evaluación representan separación	

de medias significativas de acuerdo al test de Tukey al 95% de confianza. ....	29
<b>Cuadro 4.9</b> Medias de firmeza de fruto de pitahaya amarilla ( <i>Selenicereus megalanthus</i> ) letras diferentes en el día de evaluación representan separación de medias significativas de acuerdo al test de Tukey al 95% de confianza. ....	32
<b>Cuadro 4.10</b> Medias de solidos solubles totales °Brix de fruto de pitahaya amarilla ( <i>Selenicereus megalanthus</i> ), letras diferentes en el día de evaluación representan separación de medias significativas de acuerdo al test de Tukey al 95% de confianza.....	34
<b>Cuadro 4.11</b> Medias de acidez titulabe de fruto de pitahaya amarilla ( <i>Selenicereus megalanthus</i> ), letras diferentes en el día de evaluación representan separación de medias significativas de acuerdo al test de Tukey al 95% de confianza.....	36
<b>Cuadro 4.12</b> Medias de pH de fruto de pitahaya amarilla ( <i>Selenicereus megalanthus</i> ), letras diferentes en el día de evaluación representan separación de medias significativas de acuerdo al test de Tukey al 95% de confianza. ....	38
<b>Figura 2.1</b> Carta de color de pitahaya amarilla ( <i>Selenicereus megalanthus</i> )...	11
<b>Figura 2.2</b> . Carta de color de pitahaya Roja ( <i>Hylocereus undatus</i> Haw) con madurez inicial (A), media (B) y completa (C) .....	11
<b>Figura 4. 1</b> Pérdida de peso en frutos de pitahaya roja cosechados en tres estados de madurez bajo condiciones de temperatura ambiente y controlada	18
<b>Figura 4. 2</b> Pérdida del diámetro en frutos de pitahaya roja cosechados en tres estados de madurez bajo condiciones de temperatura ambiente y controlada	20
<b>Figura 4. 3</b> Pérdida de la firmeza en frutos de pitahaya roja cosechados en tres estados de madurez bajo condiciones de temperatura ambiente y controlada	22
<b>Figura 4.4</b> Comportamiento de grados Brix en frutos de pitahaya roja cosechados en tres estados de madurez, bajo condiciones de temperatura ambiente y controlada .....	23
<b>Figura 4.5</b> Comportamiento de la acidez titulable en frutos de pitahaya roja cosechados en tres estados de madurez, bajo condiciones de temperatura ambiente y controlada .....	25
<b>Figura 4.6</b> Comportamiento del pH en frutos de pitahaya roja cosechados en tres estados de madurez, bajo condiciones de temperatura ambiente y controlada	27

<b>Figura 4.7</b> Pérdida de peso en frutos de pitahaya amarilla cosechados en tres estados de madurez, bajo condiciones de temperatura ambiente y controlada	29
<b>Figura 4.8</b> Pérdida del diámetro en frutos de pitahaya amarilla cosechados en tres estados de madurez, bajo condiciones de temperatura ambiente y controlada.....	31
<b>Figura 4.9</b> Pérdida de la firmeza en frutos de pitahaya amarilla cosechados en tres estados de madurez, bajo condiciones de temperatura ambiente y controlada.....	33
<b>Figura 4.10</b> Comportamiento de °Brix en frutos de pitahaya amarilla cosechados en tres estados de madurez, bajo condiciones de temperatura ambiente y controlada.....	35
<b>Figura 4.11</b> Comportamiento de la acidez titulable en frutos de pitahaya amarilla cosechados en tres estados de madurez, bajo condiciones de temperatura ambiente y controlada .....	37
<b>Figura 4.12</b> Comportamiento del pH en frutos de pitahaya amarilla cosechados en tres estados de madurez, bajo condiciones de temperatura ambiente y controlada.....	39

## RESUMEN

En esta investigación se evaluó la calidad de postcosecha de pitahaya roja (*Hylocereus undatus* Haw) y amarilla (*Selenicereus megalanthus*) en diferentes estados de madurez y temperaturas. Los tratamientos evaluados fueron los estados de madurez inicial, media y completa, en temperatura ambiente y controlada (20°C). El diseño consistió en un DCA con seis tratamientos, cuatro réplicas y 24 unidades experimentales conformadas de 15 frutos. Las variables evaluadas fueron peso, diámetro, firmeza, sólidos solubles totales (Brix<sup>0</sup>), acidez titulable y pH a los 0, 3, 6, 9 y 12 días después de cosecha. Para las características física (peso, diámetro, firmeza) en pitahaya roja no se encontraron diferencias significativas ( $p > 0,05$ ), sin embargo, en frutas de pitahaya amarilla estas características variaron significativamente ( $p < 0,05$ ) en donde el estado de madurez completa percibió la mayor reducción sobre estas características, no obstante, ambos genotipos manifestaron una reducción lineal en el tiempo, independientemente de los estados de madurez y temperatura. Para las propiedades químicas los sólidos solubles totales no presentaron una tendencia concreta en el tiempo de evaluación en frutos rojos y amarillos, pero se encontraron diferencia estadística ( $p < 0,05$ ) solo en pitahaya roja siendo los estados de madurez inicial y media bajo temperatura controlada los que presentaron mayor Brix<sup>0</sup>. La acidez titulable en pitahaya roja tuvo un comportamiento descendente encontrándose diferencias estadísticas, siendo los frutos en madurez media a temperatura controlada, los que reportaron mayor acidez, no así en los frutos amarillos presentaron tendencia variada de acidez sin embargo evidenciando que la temperatura controlada influyo directamente manteniendo valores altos.

**PALABRA CLAVE:** Pitahaya, calidad postcosecha, estados, madurez, temperaturas.

## ABSTRACT

This research evaluated the post-harvest quality of red pitahaya (*Hylocereus undatus* Haw) and yellow (*Selenicereus megalanthus*) in different states of

maturity and conservation temperatures. The treatments evaluated were the initial, medium and complete maturity states, at room temperature and controlled (20 C°). The design consisted of a DCA with six treatments, four replicas and 24 experimental units consisting of 15 fruits. The variables evaluated were weight, diameter, firmness, total soluble solids (Brix<sup>o</sup>), titrable acidity and pH at 0, 3, 6, 9 and 12 days after harvest. For physical characteristics (weight, diameter, firmness) in red pitahaya no significant differences ( $p > 0.05$ ) were found, however, in yellow pitahaya fruits these characteristics varied significantly ( $p < 0.05$ ) where the state of full maturity perceived the greatest reduction in these characteristics, however, both genotypes manifested a linear reduction over time, regardless of the states of maturity and temperature. For chemical properties, total soluble solids did not show a specific trend in evaluation time in red and yellow fruits, but statistical difference ( $p < 0.05$ ) was found only in red pitahaya with the initial and average maturity states being controlled temperatures that had the highest Brix. The acidity titrable in red pitahaya had a downward behavior finding statistical differences, with the fruits being in medium maturity at controlled temperature, which reported higher acidity, not so in yellow fruits presented a varied trend of acidity however showing that the controlled temperature directly influenced maintaining high values.

**KEY WORDS:** Pitahaya, postharvest quality, maturity stages, temperatures.

# **CAPITULO I. ANTECEDENTES**

## **1.1 PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

Beltrán (2015), indica que el consumo de pitahaya a nivel mundial es altamente cotizado, principalmente en países orientales como Tailandia, Indonesia y Vietnam, este último en la actualidad se constituye como el mayor productor y exportador de pitahaya roja en el mercado oriental, mientras que Israel y Colombia, son los principales proveedores de pitahaya amarilla para el mercado occidental. Los principales mercados importadores de pitahaya, lo constituyen países como China, Hong Kong, Singapur, la Unión Europea y Estados Unidos. En Ecuador la pitahaya es un cultivo no tradicional que ha adquirido gran importancia, debido al gran potencial de exportación, registrando en el 2014 128.13 TM exportadas, lo que representa 1'243.000 USD.

Palma (2018), manifiesta que en el 2017 el Ecuador tuvo un crecimiento del 71,3% de esta fruta. En Manabí se encuentran 100 hectáreas de pitahaya, de las cuales en la vía Tosagua-Rocafuerte, posee una gran área de tierra cultivable en la que se cosecha este fruto el cual lo adquiere el mercado nacional e internacional.

La calidad es la satisfacción de las necesidades del cliente a través del producto, un fruto es de calidad si tiene las características adecuadas para la finalidad que fue producido y las conserva al ser consumido. Ya que el consumidor busca un conjunto de cualidades al momento de adquirirla, el precio de la fruta está cada vez más ligado a la calidad del producto final (Urbina, 2012).

Bolaños (2002) citado por Alvarado (2014) señala que la falta de conocimiento sobre el correcto manejo de los frutos después de la cosecha hace que se exponga a temperaturas y humedades relativas inadecuadas, manejos bruscos que causan impactos, cortes y compresión, los cuales aceleran los procesos de

respiración y transpiración de la fruta, reduciendo su calidad y conservación en percha. Es fundamental conocer el estado de madurez correcto y el tiempo de duración en percha de la pitahaya, debido a que afectan sobre la calidad del mismo.

Por lo antes expuesto para el desarrollo de esta investigación se plantea la siguiente interrogante ¿De qué manera afectan los estados de madurez y temperaturas de conservación en la calidad del fruto de pitahaya roja (*Hylocereus undatus* Haw) y amarilla (*Selenicereus megalanthus*)?

## 1.2 JUSTIFICACIÓN

El cultivo de pitahaya, al ser un producto no tradicional en el Ecuador, carece de registros en los diferentes procesos de producción, cosecha y postcosecha; razón por la cuál es importante investigar el estado de madurez idóneo para la cosecha de los frutos, así como la temperatura de conservación de la misma, con el fin de preservar la calidad y vida útil. Las prácticas postcosecha de no realizarse de manera correcta generan pérdidas tanto agricultores y comerciantes. Sin embargo, es práctica habitual realizar recolecciones tempranas cuando el fruto no ha desarrollado toda su calidad sensorial, para garantizar una manipulación segura de la fruta manteniendo sus características durante el transporte y comercialización la cual ha resultado en una disminución en el consumo de fruta fresca, debido a la falta de calidad sensorial con la que ésta llega al consumidor final.

El presente trabajo busca evaluar la calidad de pitahaya roja (*Hylocereus undatus* Haw) y amarilla (*Selenicereus megalanthus*) en diferentes estados de madurez y temperaturas de conservación, para mantener la calidad de la fruta y lograr mayores éxitos en la comercialización ya que la relación que existe entre la etapa de madurez, la conservación y la calidad de los frutos, son importantes para determinar la fecha exacta de cosecha y así obtener frutos de alta calidad y larga vida en percha.



## 1.3 OBJETIVOS

### 1.3.1 OBJETIVO GENERAL

Evaluar la calidad de pitahaya roja (*Hylocereus undatus* Haw) y amarilla (*Selenicereus megalanthus*) en diferentes estados de madurez y temperaturas de conservación.

### 1.3.2 OBJETIVO ESPECÍFICOS

- Establecer el efecto de tres estados de maduración sobre las propiedades físicas-químicas de los frutos en las variedades de pitahaya roja (*Hylocereus unadatus* Haw) y amarilla (*Selenicereus megalanthus*).
- Determinar el efecto de dos temperaturas sobre las propiedades físicas-químicas de frutos de pitahaya roja (*Hylocereus unadatus* Haw) y amarilla (*Selenicereus megalanthus*).

## 1.4 HIPÓTESIS

Los estados de madurez y condiciones de temperaturas de conservación afectaran la calidad postcosecha de la fruta de pitahaya roja y amarilla.

## CAPITULO II. MARCO TEÓRICO

### 2.1 ORIGEN DE LA PITAHAYA

Es originaria de América tropical, este género se atribuye a las regiones boscosas del trópico y subtropical de México Centro y Sur América. Estos territorios presentan el mayor número de especies. La variedad amarilla se cultiva en zonas tropicales (baja y alta) como Colombia, Bolivia, Ecuador, Perú, Venezuela y en general toda la zona centroamericana y la roja, en México, Nicaragua, Ecuador y Vietnam entre otros. Una de las principales zonas de producción de pitahaya roja está dada por Vietnam (Montesinos *et al.*, 2015).

### 2.2 TAXONOMÍA

**Cuadro 2.1** Taxonomía de las pitahayas roja y amarilla

<b>PITAHAYA AMARILLA</b>	<b>PITAHAYA ROJA</b>
Reino: Plantae	Reino: Plantae
División: Magnoliophita	División: Magnoliophita
Clase: Magnoliopsida	Clase: Mognoliopsida
Orden: Caryophillale	Orden: Caryophillale
Familia: Cactaceae – cactácea	Familia: Cactaceae- cactácea
Género: Selenicereus	Género: Hylocreea
Especie: Megalanthus	Especies: Undatus
Tribu: Hylocereeae	Tribu: Hylocereeae
Categoría: Fruta	Categoría: Fruta
Nombre Científico: <i>Selenicereus megalanthus</i>	Nombre Científico: <i>Hylocereus undatus</i>

**Fuente:** Balladares (2016)

### 2.3 IMPORTANCIA COMO CULTIVO

La pitahaya es el fruto de una cactácea que se ha consumido en América por

generaciones tiene una amplia demanda en el mercado internacional. Las características de la pitahaya, su diversidad de colores, su adaptabilidad a los diversos climas, su creciente demanda en el mercado externo. La alta rentabilidad de este cultivo permite el financiamiento de proyectos para incrementar y mejorar su producción, tratamiento postcosecha y desarrollo de la sociedad rural y posicionamiento comercial (Yoldi, 2000).

En los últimos 30 años, el sabor, forma y color del fruto de pitahaya son de gran importancia económica dentro del mercado comercial de frutos exóticos en Europa, Asia y América. Lo cual ha propiciado el establecimiento de plantaciones comerciales con mayor tecnificación en países como Israel, Tailandia, Malasia y Estados Unidos (García *et al.*, 2015).

En el Ecuador esta fruta se la localiza en zonas subtropicales y amazónicas, los productos de mayor exportación en el país provenientes de la Pitahaya son la pulpa congelada, mermeladas y la fruta misma, lo que beneficia al país otorgando un mayor peso a los rubros de la balanza de pagos. Generando una mayor cantidad de mano de obra e ingresos para la comunidad. Este fruto no solo abre un nuevo mercado para sí mismo, también abre las puertas para la exportación de otras frutas tradicionales como no tradicionales (Parojnia, 2016).

### **2.3.1 SUPERFICIE DE PITAHAYA SEMBRADA EN EL ECUADOR**

Según (Pozo, 2011; MAG-IICA, 2001) citado por Trujillo (2014) manifiesta que, entre la pitahaya amarilla y la pitahaya roja, la mayor extensión sembrada en el Ecuador corresponde a la amarilla. La pitahaya roja tiene menor superficie cultivada. El último reporte oficial de datos es del año 2000, en el cual el Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC) reportó 165.5 ha de pitahaya sembradas. En el Ecuador no hay datos oficiales actuales sobre la superficie de pitahaya sembrada, sin embargo, según comunicaciones personales con técnicos del MAGAP, manifiestan que solamente en el cantón Palora hay cerca de 200 ha de pitahaya sembradas.

## 2.4 IMPORTANCIA NUTRICIONAL

Esta fruta es rica en fibra, calcio, fósforo y vitamina C, tiene cualidades medicinales con un amplio espectro de aplicaciones, desde el alivio de problemas estomacales comunes, tales como gastritis, hasta ser una fruta recomendada para personas que sufren de diabetes y problemas endocrínogenos, hay que destacar su alto contenido de vitamina C, la cual interviene en la formación de colágeno, huesos y dientes, glóbulos rojos, favorece la absorción del hierro de los alimentos, la resistencia a las infecciones y contiene acción antioxidante. Es muy útil para las personas que padezcan de anemia ferropenia (ausencia de hierro), ingieran esta fruta, para minimizar el nivel de ácido úrico en la sangre, previniendo así problemas en las articulaciones (Balladares, 2016).

**Cuadro 2.2** Composición nutricional de la pitahaya roja y amarilla

<b>Pitahaya Amarilla</b>	<b>Pitahaya Roja</b>
Ácido ascórbico 4.0 mg	Ácido ascórbico 25 miligramos
Agua 85.4 gramos	Agua 89.4 gramos
Calcio 10 miligramos	Calcio 6.0 miligramos
Calorías 50	Calorías 36
Carbohidratos 13.2 gramos	Carbohidratos 9.2 gramos
Fibra 0.5 gramos	Fibra 0.3 gramos
Fosforo 16 miligramos	Fosforo 19 miligramos
Proteína 0.4 gramos	Proteína 0.5 gramos
Hierro 0.3 miligramos	Hierro 0.4 miligramos

**Fuente:** Balladares, (2016)

## 2.5 IMPORTANCIA MONETARIA

Ecuador inicia con la producción comercialización y exportación de pitahaya hacia los mercados internacionales, produciendo variedades de pitahayas de excelente calidad, a partir del 2003 cuando empezó a exportar esta fruta, la

primera exportación de pitahaya fue de 0.3 toneladas, las exportaciones de pitahaya se han ido incrementando año tras año, en el 2010 Ecuador exportó 98.54 toneladas métricas, su cuota de participación en el mercado internacional se ha venido incrementado (Beltrán, 2015).

La producción de pitahaya varía cada año, pero tiene dos estaciones marcadas de mayor cosecha. Para el oriente ecuatoriano son en el mes de febrero y marzo donde se consigue el 60% de la producción anual, los 40% restantes se dividen entre los meses de junio, septiembre y a mediados de noviembre e inicios de diciembre (Nájera, 2011).

El precio al productor para exportación esta alrededor de \$3.00 pero en ciertas ocasiones \$4.00 el kg. Esto puede variar según país que se exporta, actualmente el precio del kilogramo el productor lo vende desde 0.80 o \$1.25, 1.50 hasta más para el mercado nacional. Además, entregan al mercado internacional a través del exportador; por ejemplo, en Colombia se vendió a \$ 1.80 y a Canadá \$ 2.50 aunque los precios no se mantienen. De acuerdo con cifras del Banco Central del Ecuador, en el 2017 las exportaciones de pitahaya sumaron 1 811 toneladas y alcanzaron un total de USD 11.91 millones. Mientras que en lo que va del 2018, se han exportado 561 toneladas que representan USD 3.49 millones (Muñoz, 2018).

## **2.6 CALIDAD POSTCOSECHA DE LA PITAHAYA**

Balderas *et al.*, (2016) Citado por Jiménez *et al.* (2017) Manifiesta que los diferentes parámetros utilizados en investigaciones para determinar la calidad de la fruta de pitahaya, son: peso total del fruto, peso de la cáscara (pericarpio), peso de la pulpa y semilla, sólidos solubles totales (SST) en el jugo, pH y acidez titulable (relación °Brix/Acidez), porcentaje de azúcares totales, Vitamina C, contenido de fenoles totales, capacidad antioxidante (DPPH) y color.

El manejo inadecuado durante la postcosecha afecta la calidad de la fruta y

acelera el deterioro, ocasionando pérdidas superiores al 30% en los países en desarrollo. Es una fruta climatérica cuando es cosechada con más del 70% de la corteza sin embargo cuando se cosecha con un grado inferior se comporta como fruto no climatérico (Vásquez *et al.*, 2016).

### **2.6.1 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LA PITAHAYA ROJA**

Es una baya de forma elipsoidal a óvalo. Cuando el fruto está completamente maduro el peso es aproximadamente de (171.25 g) con alrededor de 6.22 cm de diámetro y 8.10 cm de longitud mientras que la firmeza de 1,10 (kgf) (Rojas *et al.*, 2011). Entre los 0 y 6 días la firmeza de los frutos cosechados en madurez inicial, media y completa pasó de 7.1 a 5.0, de 5.4 a 4.5 y de 6.0 a 4.2 N (Ozuna *et al.*, 2011).

### **2.6.2 CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DE LA PITAHAYA ROJA**

Las características de los frutos pueden determinarse a través de su composición química. Indica que una vez cosechados los frutos con maduración completa los sólidos solubles totales son de (11%) mientras que la acidez titulable es de 0.25, además determino que el pH es de aproximadamente de 4.20. La cantidad de sólidos presentes en la fruta están entre 13-16° Brix (Rojas *et al.*, 2011).

### **2.6.3 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LA PITAHAYA AMARILLA**

El fruto pesa aproximadamente 331.6 g y cuenta con un diámetro polar en estados de cosecha temprano de 82.9mm y en estados tardíos de 75.3mm y una Longitud de 12cm del fruto de y un diámetro en épocas tempranas de 82.9mm y tardías 75.3mm (Vásquez *et al.*, 2016); la Firmeza en escala de 0 a 6 en estados de madurez es de 17.77 N y 6.20 N (Sotomayor *et al.*, 2019).

### **2.6.4 CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DE LA PITAHAYA AMARILLA**

La cantidad de Sólidos solubles totales obtenidas en época inicial del fruto es de

fue de 20.1°Brix. Mientras que la acidez titulable que se observó en época temprana de cosecha fue de 0.12 mientras que época tardía de 0.10. Además, indica que obtuvo un pH de 4.4 a 4.7 en época de cosecha temprana y en madurez fue de 3.7 a 4.8 (Vásquez *et al.*, 2019).

## **2.7 TEMPERATURAS DE CONSERVACIÓN**

Wills *et al.*, (2007) citado por Guerrero (2014) señala que para conservar la calidad de la pitahaya el almacenamiento refrigerado se realice a temperaturas entre 10 a 14° C, con una humedad relativa del 90%. Temperaturas y humedad relativas mayores a las recomendadas benefician el desarrollo de hongos y valores menores a la humedad relativa recomendada inducen que los frutos pierdan turgencia.

Evaluaron las variaciones bioquímica-fisiológicas y de atributos de calidad de las frutas de pitahaya, cosecharon y almacenaron a temperatura ambiente hasta 6 días, haciéndose las evaluaciones el día 0, 3 y 6 días, y los resultados es que hubo pérdida de peso que está asociado a la pérdida de agua, los sólidos solubles totales (SST) no registraron variación significativa (Magaña *et al.*, 2013). Estudios de almacenamiento de frutos de pitahaya a tres temperaturas postcosecha e informaron de que los cambios dependieron de la temperatura y el tiempo de almacenamiento no siguieron tendencias identificables (Balois *et al.*, 2013).

## **2.8 ESTADOS DE MADUREZ**

Los estados de madurez son parámetros importantes para el manejo postcosecha. Para determinar los estados de madurez es fundamental considerar las transformaciones físicas y químicas que se originan durante el desarrollo de los productos, la relación que existe entre los estados de madurez y la calidad de los frutos durante la postcosecha tolera establecer una madurez mínima aceptable para la comercialización (Guerrero, 2014).

Molina *et al.*, (2009) citado por Alvarado 2014 señala que los exportadores ecuatorianos recolectan la fruta para exportación cuando esta muestra un color verde-amarillo con un 15 % de madurez en lo que respecta a la variedad ecuatoriana. La variedad colombiana se cosecha con el 50-75 % de amarillamiento. Un estado frecuente de madurez es el cambio de color de cáscara hasta alcanzar una tonalidad roja total. Los estados de cosecha incluyen: cambio de coloración de la cáscara, contenido de sólidos solubles, acidez titulable, días después de la floración (mínimo 28 días y máximo 35 días).

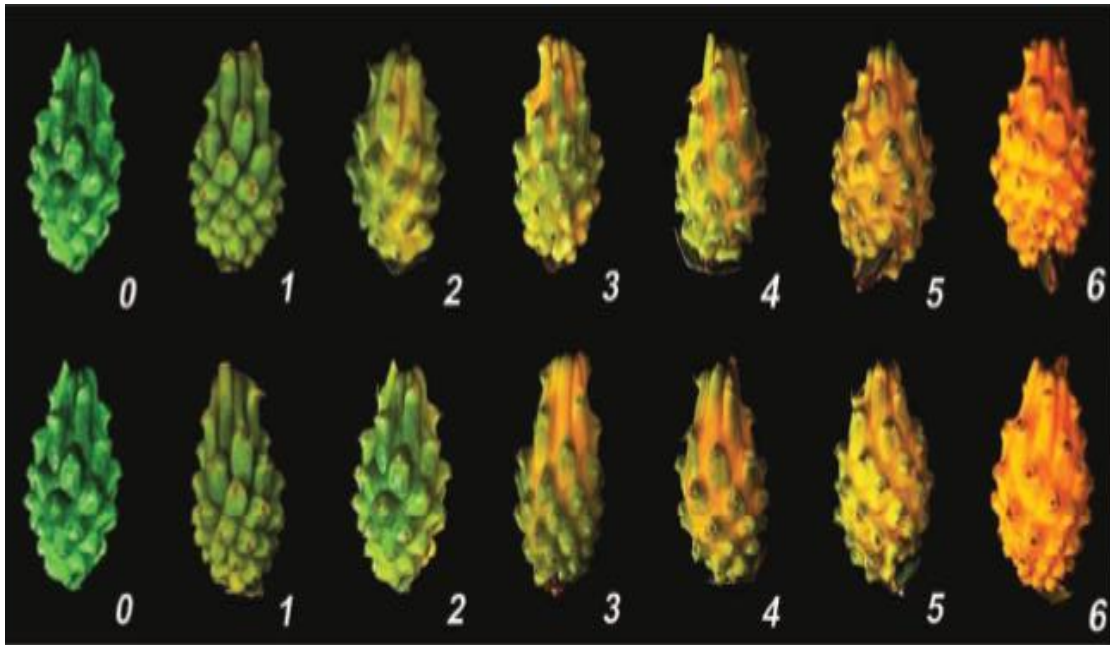
Estudios muestran que el peso fresco de la fruta de pitahaya aumenta conforme avanza el desarrollo (maduración) del fruto, llegando a obtener un peso aceptable para el mercado de exportación. El porcentaje de cáscara y pulpa son inversamente proporcionales en el desarrollo del fruto, es decir, el fruto inmaduro tiene un porcentaje de cáscara mayor y de pulpa menor, pero cuando la fruta llega a la madurez, el porcentaje de cáscara disminuye y el porcentaje de pulpa aumenta. El fruto al llegar a madurez presenta menor firmeza de pulpa y acidez titulable, mayor contenido de sólidos solubles y pH. Finalmente, los frutos en estado 6 de madurez tuvieron la mayor aceptación tanto para color externo como para la apariencia de brácteas; sin embargo, en relación al sabor (balance dulzor y acidez), ambos estados (0 y 6) fueron aceptados por el alto contenido de sólidos solubles que presentaron (Sotomayor *et al.*, 2019).

**Cuadro 2.3** Índices de madurez apropiados para la cosecha y comercialización de la pitahaya amarilla

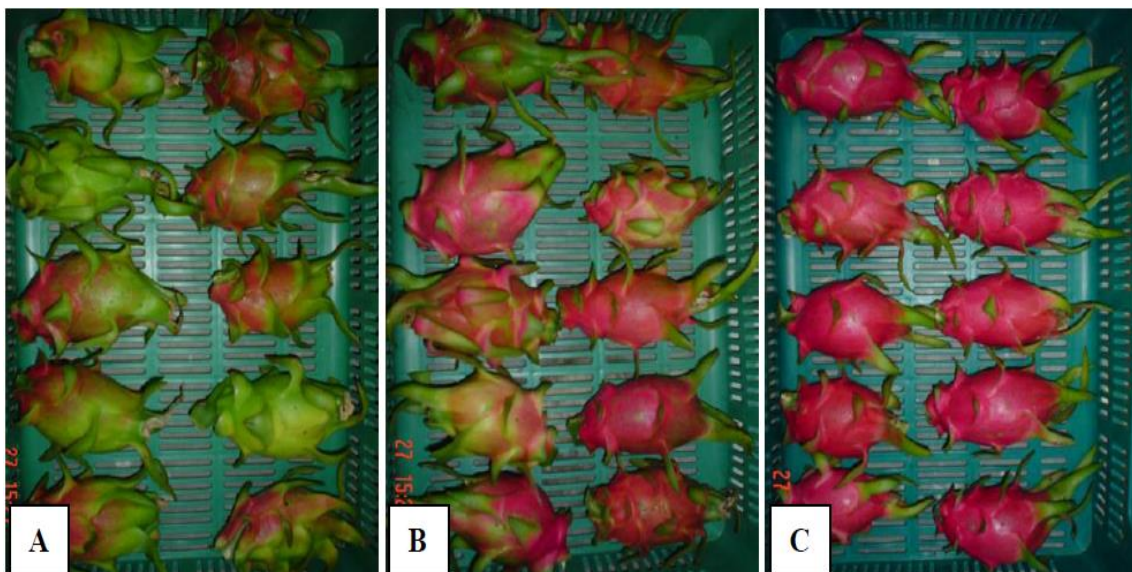
ÍNDICES DE MADUREZ	VALOR MÍNIMO DE COSECHA
Color de la cascara	Verde amarilla a amarilla con las mamilas verdes
Solidos Solubles Totales	18.0- 20.0° Brix
Consistencia de la pulpa	19.6 N
Prueba de almidón	Completo
Prueba de almidón	Parcialmente negativo
Acidez Total	2.5- 4.0 meq/100 mL de jugo
Índice de madurez	4-7° Brix/meq/100 mL de jugo

**Fuente:** Gallo (1998) citado por Guerrero (2014).





**Figura 2.1** Carta de color de pitahaya amarilla (*Selenicereus megalanthus*)  
**Fuente:** Guerrero, (2014)



**Figura 2.2** . Carta de color de pitahaya Roja (*Hylocereus undatus Haw*) con madurez inicial (A), media (B) y completa (C)  
**Fuente:** Ozuna *et al.*, (2011).

## **CAPITULO III. DESARROLLO METODOLÓGICO**

### **3.1 UBICACIÓN**

La presente investigación se realizó en el laboratorio de postcosecha ubicado en el área Agropecuaria, de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí, ubicada en el sitio El Limón, parroquia Calceta perteneciente al Cantón Bolívar, Manabí. Posicionado geográficamente en las coordenadas 0° 49' 23° latitud sur y 80° 11' 01° latitud oeste, a una altitud de 15 msnm, heliofanía de 1045 horas anuales y un promedio de precipitaciones de 839 mm anuales (Datos del Área Meteorológica de la ESPAM MFL).

### **3.2 FACTORES DE ESTUDIO**

Se realizaron dos experimentos separados, el cual estuvo en función de los dos genotipos en estudio. A continuación, se detallan los factores y tratamientos propuestos para ambos genotipos.

#### **➤ FACTOR A**

Estado de madurez para las frutas amarillas (Guerrero, 2014):

- Inicial (1)
- Media (3)
- Completa (5)

Estado de madurez para las frutas rojas (Ozuna et al., 2011):

- Inicial (A)
- Media (B)
- Completa (C)

#### **➤ FACTOR B**

Temperaturas de conservación:

- Temperatura 1 (ambiente)

- Temperatura 2 (20°C)

### 3.2.1 COMBINACIÓN DE LOS FACTORES PARA LOS ENSAYOS PITAHAYA ROJA Y AMARILLA

A continuación, se muestran las combinaciones de factores en estudio del experimento:

**Cuadro 3.1** Tabla de combinaciones de los factores

Factores	Madurez Inicial	Madurez Media	Madurez Completa
Temperatura al ambiente	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>
Temperatura controlada	T <sub>4</sub>	T <sub>5</sub>	T <sub>6</sub>

### 3.2.2 DESCRIPCIÓN DE LOS TRATAMIENTOS PARA LOS ENSAYOS PITAHAYA ROJA Y AMARILLA

Tratamientos	Código	Descripción
1	MI+TA	Madurez Inicial + Temperatura Ambiente
2	MM+TA	Madurez Media + Temperatura Ambiente
3	MC+TA	Madurez Completa + Temperatura Ambiente
4	MI+TC	Madurez Inicial + Temperatura Controlada
5	MM+TC	Madurez Media + Temperatura Controlada
6	MC+TC	Madurez Completa + Temperatura Controlada

### 3.2.3 PERÍODO DE EVALUACIÓN PARA LOS ENSAYOS PITAHAYA ROJA Y AMARILLA

**Cuadro 3.2** Periodo de evaluación y temperatura de conservación

Genotipo	Días de evaluación					Temperatura de conservación
	0	3	6	9	12	
Pitahaya roja	0	3	6	9	12	Ambiente y controlada (20°C)
Pitahaya amarilla	0	3	6	9	12	Ambiente y controlada (20°C)

### 3.3. DISEÑO EXPERIMENTAL

Para ambos genotipos el diseño utilizado fue el Completamente al Azar (DCA) con arreglo factorial A x B, con seis tratamientos, cuatro réplicas y un total de 24 unidades experimentales. La unidad experimental se conformó por 15 frutos, dado que se realizó la toma de datos a los 0, 3, 6, 9 y 12 días, en cada día de evaluación se tomó 3 frutos al azar para las variables químicas, para las variables físicas se evaluaron los mismos frutos del día 0 al día 12.

#### 3.2.4 ESQUEMA DE ANÁLISIS DE VARIANZA (ANOVA)

**Cuadro 3.3** Esquema del ANOVA

Fuente de variación	Grados de libertad
Tratamientos	5
Estados de madurez	2
Temperatura	1
EM x T	2
Error	18
Total	23

#### 3.2.5 ANÁLISIS DE DATOS

Los datos se sometieron a un análisis de varianza y la separación de medias con prueba de Tukey al 5% de probabilidades de error.

### 3.3 VARIABLES RESPUESTAS

#### 3.3.1 ANÁLISIS FÍSICOS

##### ➤ PESO DEL FRUTO (gr)

Se seleccionaron 3 frutos por unidad experimental a estos se le tomó el peso desde los 0 a 12 días. Se utilizó una balanza digital (Shimadzu ELB3000, Japón),

con una sensibilidad de 0.1 gr.

#### ➤ **DIÁMETRO DEL FRUTO (mm)**

Para determinar esta variable se seleccionó 3 frutos de cada unidad experimental tomándole el diámetro desde el 0 al día 12 a los mismos frutos. Se procedió a ubicar el calibrador en la línea ecuatorial de cada fruto, el calibrador que se utilizó fue vernier Stainless Helios Hardened Throughout.

#### ➤ **FIRMEZA (NÉWTONES/ cm<sup>2</sup>)**

Se seleccionaron 3 frutos de cada unidad experimental evaluando a los mismos frutos desde el día 0 al 12. La firmeza fue registrada con un durómetro no destructivo cada tres días a cada uno de los frutos seleccionados.

### **3.3.2 ANÁLISIS QUÍMICOS**

#### ➤ **PREPARACIÓN DE LA MUESTRA**

Se procedió a extraer el jugo de la fruta de pitahaya y posteriormente se filtró la muestra hasta obtener 50 mL de filtrado, en el cual se analizó el pH, acidez titulable y porcentaje de sólidos solubles.

#### ➤ **pH**

Para esta variable se ubicó el jugo de cada fruta evaluada en un vaso de precipitación y se introdujo el electrodo y se procedió a tomar el pH el instrumento utilizado es el medidor Oakton 700.

#### ➤ **SOLIDOS SOLUBLES**

Para determinar los sólidos solubles totales se extrajo con un gotero una pequeña cantidad del jugo de cada uno de los frutos evaluados y se colocó una

gota en el refractómetro manual ATAGO® (Japón) expresando los sólidos solubles totales en grados Brix°.

➤ **ACIDEZ TITULABLE**

Para esta variable se le añadió 3 gotas de fenolftaleína (indicador) a la alícuota del jugo de pitahaya y por medio de una bureta que contiene NaOH 0.1 N, se le agrega hasta alcanzar un cambio de color (rosado purpura). Para determinar la acidez titulable se empleó el método de la Association of Official Analytical Chemist (AOAC, 1998).

## CAPITULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A Continuación, se describen los resultados obtenidos, realizados en pitahaya roja y amarilla, para lo cual se realizó el respectivo análisis separado para cada especie de acuerdo con las variables establecidas.

### 4.1. PITAHAYA ROJA (*Hylocereus undatus* Haw.)

#### ➤ PESO DE FRUTO (gr)

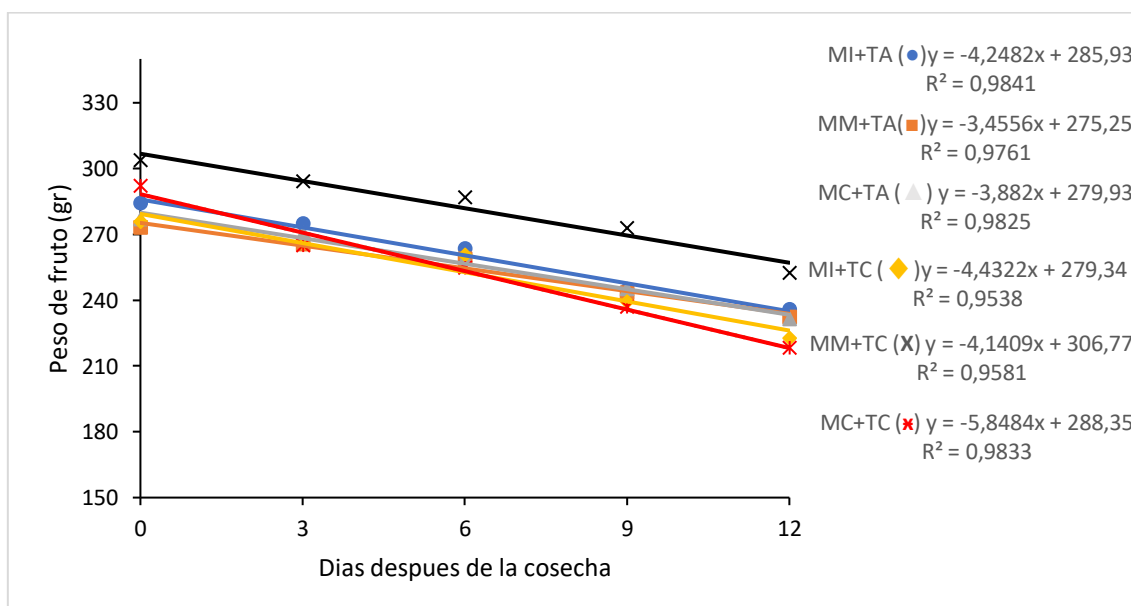
De acuerdo al análisis de varianza realizado a la variable peso del fruto (gr) se observó que no se encontraron diferencias estadísticas significativas ( $p > 0,05$ ), entre los tratamientos, y tampoco para los factores de estados de madurez y temperatura. En el cuadro 4.1. se muestran los promedios de peso del fruto obtenido en este ensayo los cuales difieren con lo expuesto por Velázquez *et al.*, (2019), quienes demostraron que el peso del fruto vario significativamente con los estados de madurez durante el tiempo de almacenamiento.

**Cuadro 4.1.** Medias de peso de frutos (gr) de pitahaya roja (*Hylocereus undatus* Haw.) letras iguales en el día de evaluación representan separación de medias no significativas de acuerdo al test de Tukey al 95% de confianza

		Peso de fruto (gr)				
Tratamiento		Día 0	Día 3	Día 6	Día 9	Día 12
	MI+TA	284,01	274,94	263,30	244,38	235,57
	MM+TA	272,94	265,43	258,68	243,40	232,12
	MC+TA	276,96	270,45	259,24	245,14	231,38
	MI+TC	275,68	265,89	260,44	239,20	222,54
	MM+TC	303,69	294,09	286,87	272,70	252,27
	MC+TC	291,92	264,77	254,63	236,77	218,19
	<b>Probabilidad</b>	0,8212 NS	0,8929 NS	0,9132 NS	0,8531 NS	0,9126 NS
Factores	Niveles					
Estados de madurez (A)	Inicial	279,84	270,41	261,87	241,79	229,05
	Medio	288,31	279,76	272,78	258,05	242,19
	Completo	284,44	267,61	256,93	240,96	224,79
Temperatura (B)	Ambiente	277,97	270,27	260,41	244,31	233,02
	Controlada	290,43	274,92	267,31	249,56	231,00
<b>Probabilidad</b>	Factor A	0,8946 NS	0,8148 NS	0,7585 NS	0,6633 NS	0,7172 NS
	Factor B	0,4055 NS	0,7767 NS	0,7004 NS	0,7633 NS	0,9118 NS
	<b>C.V (%)</b>	12,61	14,5	16,4	17,03	19,01

Según el modelo de regresión lineal (Figura 4.1) el mayor ritmo de pérdida de peso diario en temperatura ambiente se dio en el estado de madurez inicial (MI+TA) con 4,24 g día, en contraste a los estados de madurez media (MI+TA) y completa (MM+TA) con 3,45 y 3,88 gr día, respectivamente.

La pérdida de peso diario en temperatura controlada tuvo un comportamiento diferente en comparación a los tratamientos con temperatura ambiente, en el cual la mayor pérdida de peso se dio en el estado de madurez completa (MC+TC) con 5,84 g día, en contraste a los estados de madurez inicial (MI+TC) y media (MM+TC) con 4,43 y 4,14 g día, tal y como se muestra en la figura 4.1 estos resultados se difieren a lo obtenido por Velázquez *et al.*, (2019) quienes mediante el modelo de regresión lineal presentaron las mayores pérdidas del peso de fruto en los estados de madurez inicial y media bajo condiciones de temperatura controlada (20°C), para Lamúa (2000), señala que la pérdida de peso está asociada a la pérdida de agua que se lo relaciona a las condiciones ambientales que se encuentre expuesta, además de las características extrínsecas del producto. Así mismo como se demuestra en las gráficas la temperatura juega un papel importante en la pérdida del peso dependiendo del estado de madurez.



**Figura 4. 1** Pérdida de peso en frutos de pitahaya roja cosechados en tres estados de madurez bajo condiciones de temperatura ambiente y controlada.



### ➤ DIÁMETRO DEL FRUTO (mm)

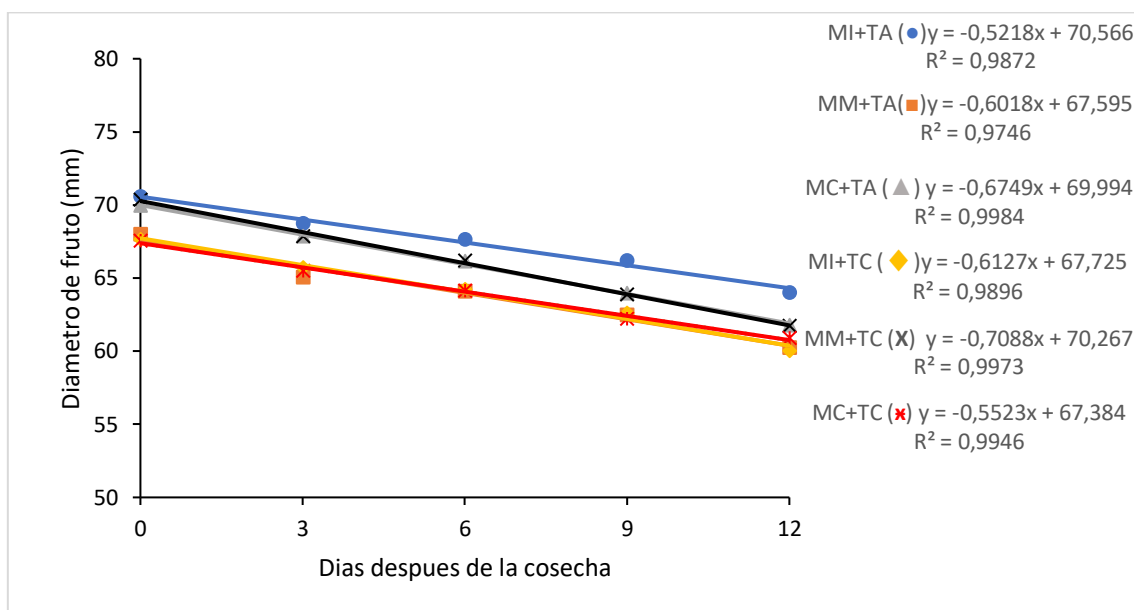
Ninguna fuente de variación influyó significativamente sobre las variables descrita (cuadro 4.2), sin embargo, se observa una reducción del diámetro hasta del 10% independiente de los estados de madurez y temperatura, resultados similares fueron presentados por García y Robayo (2008) indican que al final de la evaluación en condiciones de temperatura a 20° C los fruto redujeron su diámetro hasta un 8%.

**Cuadro 4.2** Medias diámetro de frutos (mm) de pitahaya roja (*Hylocereus undatus* Haw.) letras iguales en el día de evaluación representan separación de medias no significativas de acuerdo al test de Tukey al 95% de confianza.

		<b>Diametro de fruto (mm)</b>				
<b>Tratamiento</b>		<b>Día 0</b>	<b>Día 3</b>	<b>Día 6</b>	<b>Día 9</b>	<b>Día 12</b>
MI+TA		70,57	68,73	67,65	66,21	64,01
MM+TA		68,01	65,05	64,11	62,49	60,26
MC+TA		69,95	67,87	66,15	63,96	61,79
MI+TC		67,65	65,72	64,24	62,61	60,02
MM+TC		70,38	67,87	66,20	63,87	61,75
MC+TC		67,55	65,51	64,16	62,21	60,92
<b>Probabilidad</b>		0,5104 NS	0,4572 NS	0,5062 NS	0,5352 NS	0,4644 NS
<b>Factores</b>	<b>Niveles</b>					
Estados de madurez (A)	Inicial	69,11	67,23	65,95	64,41	62,02
	Medio	69,20	66,46	65,15	63,18	61,01
	Completo	68,75	66,69	65,16	63,08	61,35
Temperatura (B)	Ambiente	69,51	67,22	65,97	64,22	62,02
	Controlada	68,53	66,37	64,87	62,90	60,90
<b>Probabilidad</b>	Factor A	0,9527 NS	0,8815 NS	0,8436 NS	0,667 NS	0,7886 NS
	Factor B	0,4379 NS	0,5133 NS	0,3964 NS	0,3317 NS	0,3623 NS
<b>C.V (%)</b>		4,4	4,67	4,76	5,1	4,8

La reducción del diámetro diario en los tratamientos con temperatura ambiente mostró un comportamiento descendente lineal, se observa que la mayor pérdida de diámetro se dio en el estado de madurez completa (MC+TA) con 0,67 mm día, en contraste a los estados de madurez inicial (MI+TA) y media (MM+TA) con

0,52 y 0,60 mm día, respectivamente. Los tratamientos evaluados en condiciones de temperatura controlada presentan un comportamiento descendente lineal, pero, con una ligera variación en la reducción de diámetro entre los diferentes estados de madurez; obteniendo 0,61 mm para la madurez inicial (MI+TC) con; 0,71 mm para la madurez media (MM+TC) y 0,55 mm para la madurez completa (MC+TC) (figura, 4.2).



**Figura 4. 2** Pérdida del diámetro en frutos de pitahaya roja cosechados en tres estados de madurez bajo condiciones de temperatura ambiente y controlada

#### ➤ FIRMEZA (NÉWTONES/ cm<sup>2</sup>)

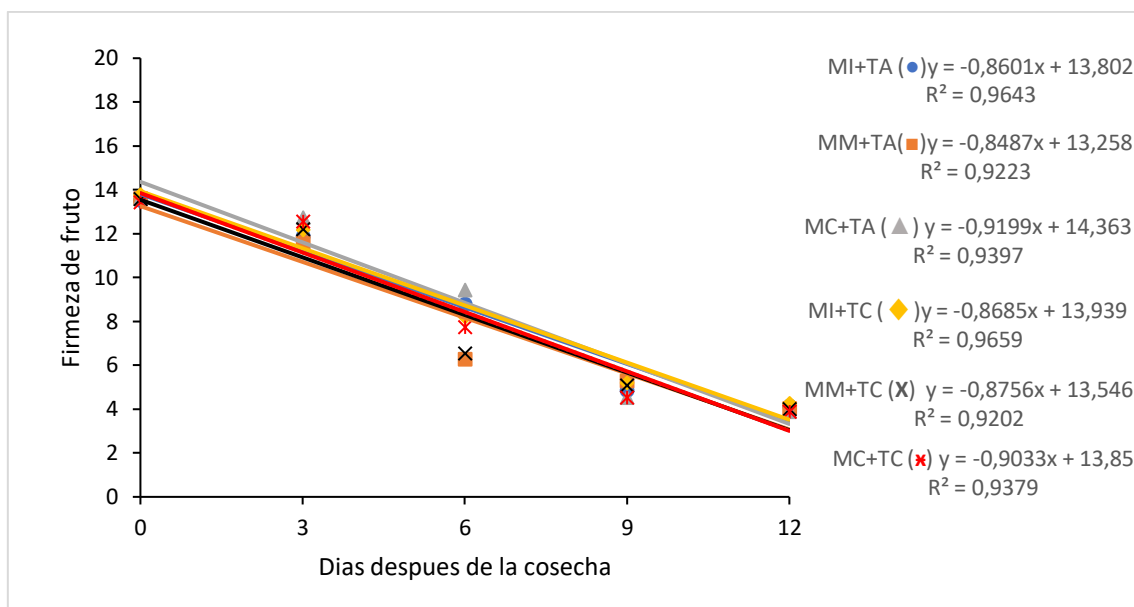
La evaluación de firmeza en frutos de pitahaya roja presentó diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) para el factor estado de madurez en el día seis, evidenciando que los estados de madurez inicial y completa influyen directamente con la firmeza del fruto (cuadro 4.3) sin embargo, se denota una disminución de la firmeza en el día 12 similares entre los estados de madurez, esta reducción de la firmeza en los frutos durante la maduración posiblemente se debe a la degradación de las paredes celulares, que contienen sustancias pépticas, provocando disminución de la rigidez y debilitamiento de la adhesión intercelular (Brummell, 2006).

**Cuadro 4.3** Medias de firmeza de pitahaya roja (*Hylocereus undatus* Haw.) letras diferentes en el día de muestreo representan separación de medias significativas de acuerdo al test de Tukey al 95% de confianza

<b>Firmeza de fruto</b>						
<b>Tratamiento</b>	<b>Día 0</b>	<b>Día 3</b>	<b>Día 6</b>	<b>Día 9</b>	<b>Día 12</b>	
MI+TA	13,53	11,88	8,80	4,84	4,15	
MM+TA	13,60	11,61	6,29	5,30	4,03	
MC+TA	13,61	12,73	9,43	4,55	3,91	
MI+TC	13,80	12,17	8,21	5,20	4,26	
MM+TC	13,59	12,21	6,55	5,10	4,02	
MC+TC	13,43	12,56	7,74	4,53	3,89	
<b>Probabilidad</b>	0,788 NS	0,5966 NS	0,0437 NS	0,4607 NS	0,785 NS	
<b>Factores</b>	<b>Niveles</b>					
Estados de madurez (A)	Inicial	13,67	12,03	8,5	5,02	4,21
	Medio	13,60	11,91	6,4 b	5,20	4,02
	Completo	13,52	12,65	8,6	4,54	3,90
Temperatura (B)	Ambiente	13,58	12,07	8,17	4,90	4,03
	Controlada	13,61	12,31	7,50	4,94	4,06
<b>Probabilidad</b>	Factor A	0,8599 NS	0,2813 NS	0,0122*	0,1555 NS	0,3433 NS
	Factor B	0,4498 NS	0,549 NS	0,273 NS	0,8747 NS	0,8758 NS
<b>C.V (%)</b>		2,6	7,85	18,59	13,74	10,19

La figura 4.3. se aprecia que la firmeza disminuyó en el tiempo mostrando un comportamiento descendente lineal, según el modelo de regresión, dando como resultado que la mayor pérdida de firmeza en el estado de madurez completa (MC+TA) con 0,91 de firmeza día, en contraste a los estados de madurez inicial (MI+TA) y media (MM+TA) con 0,86 y 0,85 respectivamente en condiciones de temperatura ambiente.

Para los tratamientos en temperatura controlada presenta un comportamiento descendente lineal similar a los de temperatura ambiente; pero, con una ligera variación de pérdida de firmeza entre los diferentes estados de madurez: inicial (MI+TC) 0,86; media (MM+TC) 0,87; y completa (MC+TC) 0,90, de acuerdo con el modelo de regresión lineal presentado por Velázquez *et al.*, (2019) sus resultados se asemejan con los obtenidos en esta investigación.



**Figura 4. 3** Pérdida de la firmeza en frutos de pitahaya roja cosechados en tres estados de madurez bajo condiciones de temperatura ambiente y controlada

#### ➤ **SOLIDOS SOLUBLES TOTALES BRIX°**

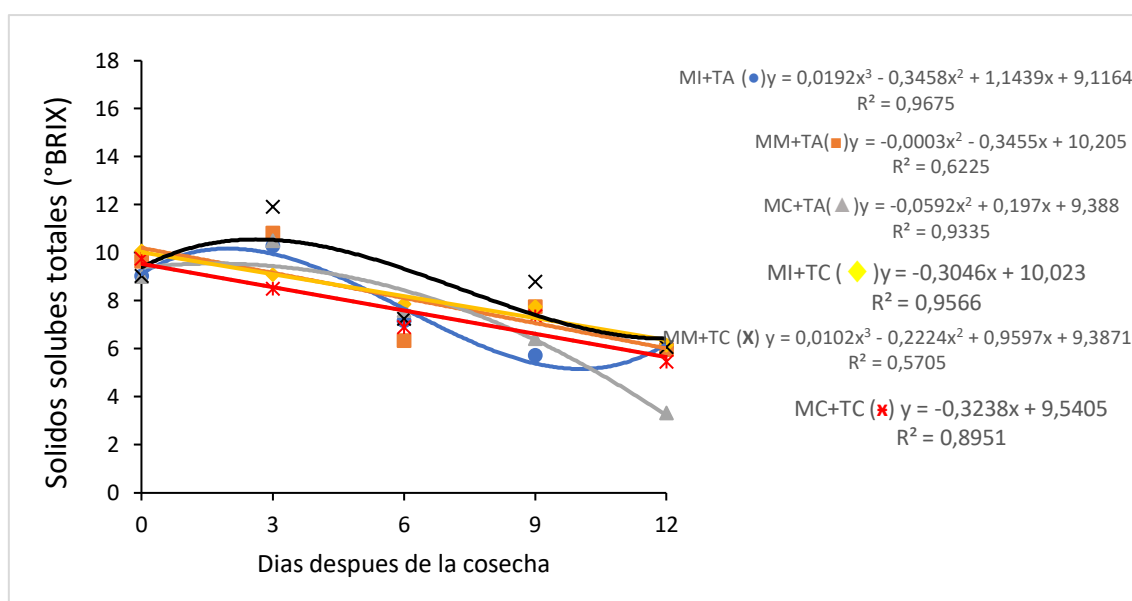
El cuadro 4.4. presenta los promedios de sólidos solubles totales Brix° en los diferentes días de evaluación, de acuerdo al análisis de varianza muestran diferencias estadísticas significativa ( $p < 0.05$ ) entre los tratamientos en el tercer y noveno día, los mayores promedios de Brix° se obtuvieron al 3 día siendo así en el tratamiento MM+TC con 11,9 Brix°, en comparación al día 12 que hubo una reducción considerable de los sólidos solubles totales. Estos resultados se asemejan por lo expuesto por Velázquez *et al.*, (2019) quienes presentaron diferencias entre los estados de madurez, pero difieren en relación a los días de evaluación debido a que los porcentajes de grados Brix se mantuvieron en el tiempo de evaluación.

**Cuadro 4.4** Solido solubles totales Brix° de pitahaya roja (*Hylocereus undatus* Haw.) letras diferentes en el día de evaluación representan separación de medias significativas de acuerdo al test de Tukey al 95% de confianza.

Tratamiento	Grado Brix				
	Día 0	Día 3	Día 6	Día 9	Día 12
MI+TA	9,03	10,29 ab	7,17	5,72	6,11
MM+TA	9,6	10,58 ab	6,35	7,755 ab	5,96
MC+TA	9,0	10,5 ab	7,60	6,42 ab	3,34

MI+TC		10,08	8,915 b	7,87	7,76 ab	6,17
MM+TC		9,04	11,91	7,26	8,792	6,08
MC+TC		9,75	8,5 b	6,912	7,36 ab	5,46
<b>Probabilidad</b>		0,1914 <sup>NS</sup>	0,0121*	0,8376 <sup>NS</sup>	0,0284 *	0,065 <sup>NS</sup>
<b>Factores</b>	<b>Niveles</b>					
Estados de madurez (A)	Inicial	9,55	9,60 b	7,52	6,74 ab	6,14 a
	Medio	9,35	11,25	6,81	8,27 a	6,02 ab
	Completo	9,37	9,5 ab	7,26	6,89 b	4,40 b
Temperatura (B)	Ambiente	9,23	10,4	7,04	6,64 b	5,14
	Controlada	9,62	9,77	7,35	7,98 a	5,90
<b>Probabilidad</b>	Factor A	0,852 <sup>NS</sup>	0,0379*	0,6822 <sup>NS</sup>	0,0315*	0,0391*
	Factor B	0,2368 <sup>NS</sup>	0,2519 <sup>NS</sup>	0,652 <sup>NS</sup>	0,0111*	0,1995 <sup>NS</sup>
<b>C.V (%)</b>		7,6	12,17	23,2	16,45	24,92

La figura 4.4 presenta los sólidos solubles totales brix°, mostrando un comportamiento variable durante el tiempo de evaluación, por lo cual se presentó un incremento en el contenido de azúcares al tercer día en frutos de madurez media y completa, desde 9 a 11 brix°, y descendiendo paulatinamente en los días 6, 9 y 12 desde los 3 a 6, además demostrando que los grados brix aumentan dependiendo del estado de madurez. Según la investigación de Yah *et al.*, (2008) los sólidos solubles totales tuvieron un mayor descenso de °Brix en frutos con madurez media y completa que en madurez inicial.



**Figura 4.4** Comportamiento de grados Brix en frutos de pitahaya roja cosechados en tres estados de madurez, bajo condiciones de temperatura ambiente y controlada

## ➤ ACIDEZ TITULABLE

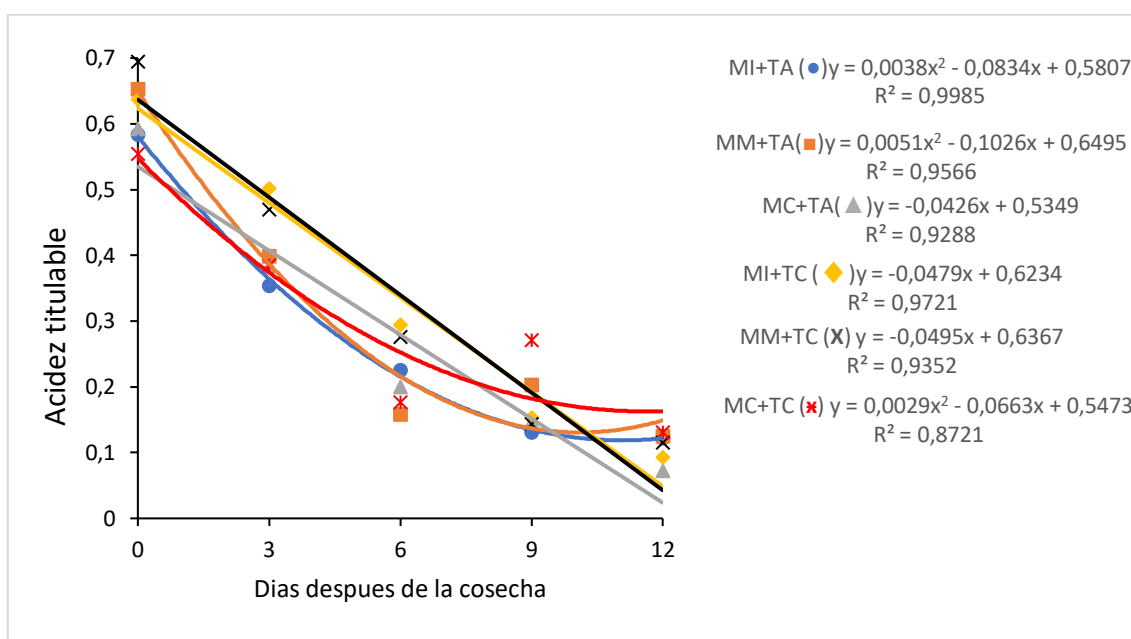
El cuadro 4.5 muestra los valores promedios de la acidez titulable en los días de evaluación, se observó que en el día 6 existen diferencias estadísticas significativa ( $p>0,05$ ) entre los tratamientos, además se registra un comportamiento descendente en la acidez titulable durante el tiempo de evaluación, estos resultados coinciden por los reportados por Velázquez *et al.*, (2019) mencionan una reducción en de la acidez titulable durante el tiempo de almacenamiento en los tres estados de madurez almacenado a una temperatura de 20°C.

**Cuadro 4.5** Medias de acidez titulable de pitahaya roja (*Hylocereus undatus* Haw.) letras diferentes en el día de evaluación representan separación de medias significativas de acuerdo al test de Tukey al 95% de confianza

		Acidez titulable				
Tratamiento		Día 0	Día 3	Día 6	Día 9	Día 12
MI+TA		0,58	0,35	0,22 ab	0,13	0,12
MM+TA		0,65	0,4	0,16 b	0,20	0,12
MC+TA		0,59	0,38	0,20 ab	0,12	0,07
MI+TC		0,63	0,5	0,29 a	0,15	0,09
MM+TC		0,69	0,47	0,27 ab	0,14	0,11
MC+TC		0,55	0,38	0,17 ab	0,27	0,11
<b>Probabilidad</b>		0,1293 <sup>NS</sup>	0,1225 <sup>NS</sup>	0,0183*	0,6844 <sup>NS</sup>	0,4425 <sup>NS</sup>
Factores	Niveles					
Estados de madurez (A)	Inicial	0,61 ab	0,43	0,26	0,14	0,10
	Medio	0,68 a	0,43	0,22	0,17	0,12
	Completo	0,57 b	0,38	0,18	0,20	0,09
Temperatura (B)	Ambiente	0,61	0,37 b	0,19	0,15	0,11
	Controlada	0,63	0,45 a	0,24	0,19	0,10
<b>Probabilidad</b>	Factor A	0,0346*	0,4498 <sup>NS</sup>	0,0828 <sup>NS</sup>	0,7476 <sup>NS</sup>	0,4167 <sup>NS</sup>
	Factor B	0,5614 <sup>NS</sup>	0,0399*	0,0589 <sup>NS</sup>	0,511 <sup>NS</sup>	0,9607 <sup>NS</sup>
<b>C.V (%)</b>		11,8	19,69	24,74	83,16	37,18

La acidez titulable de acuerdo al modelo de regresión tiende a disminuir a través del tiempo, siendo así, que los frutos en madurez inicial y media bajo temperatura ambiente mostraron que la acidez disminuye entre 0,04 y 0,05 unidades de acidez día al igual que los frutos en madurez inicial y media en temperatura

controlada, por lo contrario se evidencia que el tratamiento MC+TC tiene un comportamiento variado en el tiempo donde disminuye hasta el sexto día, y luego denotando un ligero aumento en el noveno día respectivamente estos resultados se asemejan a los de Magaña *et al.*, (2013) que presenta una disminución de la acidez durante el periodo de evaluación acorde con el proceso de maduración de las frutas.



**Figura 4.5** Comportamiento de la acidez titulable en frutos de pitahaya roja cosechados en tres estados de madurez, bajo condiciones de temperatura ambiente y controlada.

## ➤ pH

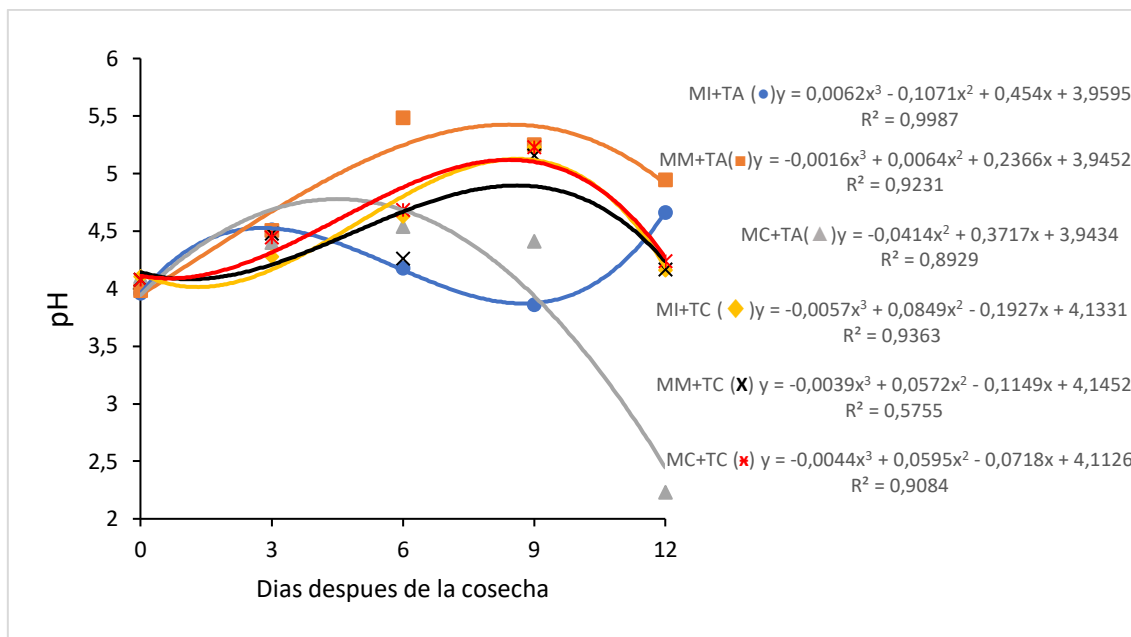
El análisis de varianza del pH en frutos de pitahaya roja cosechados en tres estados de madurez y diferentes temperaturas presenta diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) entre tratamientos para los días 3 y 12; en el día tres el pH más alto registrado lo obtuvo el tratamiento MM+TA y el de menor pH se dio en el tratamiento MI+TC, y para el día 12 el tratamiento MC+TA obtuvo el menor promedio con 2,23 y el mayor lo registro el tratamiento MI+TA con 4,67 (cuadro 4.6.).

**Cuadro 4.6** Comportamiento del pH de pitahaya roja (*Hylocereus undatus* Haw.) letras diferentes en el día de evaluación representan separación de medias significativas de acuerdo al test de Tukey al 95% de confianza.

		pH				
Tratamiento		Día 0	Día 3	Día 6	Día 9	Día 12
	MI+TA	3,96	4,51 a	4,18	3,86	4,67 a
	MM+TA	3,99	4,52 a	4,22	5,24	4,5 a
	MC+TA	4,11	4,4 ab	4,54	4,41	2,23 b
	MI+TC	4,10	4,28 b	4,63	5,23	4,16 ab
	MM+TC	4,07	4,48 a	4,26	5,16	4,17 ab
	MC+TC	4,08	4,45 ab	4,68	5,23	4,24 ab
<b>Probabilidad</b>		0,106NS	0,0065*	0,9894NS	0,1181NS	0,0204*
Factores	Niveles					
Estados de madurez (A)	Inicial	4,03	4,39	4,40	4,54	4,41
	Medio	4,03	4,49	4,24	5,20	4,33
	Completo	4,09	4,42	4,61	4,82	3,23
Temperatura (B)	Ambiente	4,021	4,47	4,31	4,50	3,8
	Controlada	4,08	4,40	4,52	5,20	4,19
<b>Probabilidad</b>	Factor A	0,3125NS	0,1408NS	0,8515NS	0,3128NS	0,0769NS
	Factor B	0,0856NS	0,0867NS	0,6958NS	0,0542NS	0,3887NS
<b>C.V (%)</b>		2,2	2,3	29,57	17,28	27,26

El pH de los frutos tratados a temperatura ambiente muestra un comportamiento atípico en donde el pH asciende para los estados de madurez inicial (MI+TA) y media (MM+TA), mientras que, para el estado de madurez completa (MC+TA) muestra un comportamiento descendente por lo que los frutos obtuvieron un pH de 2,20 en el día 12 siendo el pH más bajo. Mientras que los frutos almacenados en temperatura controlada presentan una tendencia de pH ascendente hasta el noveno día de evaluación con un pH 4 a 5,20 y posteriormente disminuyendo en el día 12. De acuerdo al estudio realizado por Magaña *et al.*, (2013) los resultados presentan un aumento del pH durante el periodo de evaluación en frutos de pitahaya roja cosechados entre 50-70% de maduración y conservados a temperatura ambiente.





**Figura 4.6** Comportamiento del pH en frutos de pitahaya roja cosechados en tres estados de madurez, bajo condiciones de temperatura ambiente y controlada

## 4.2. PITAHAYA AMARILLA

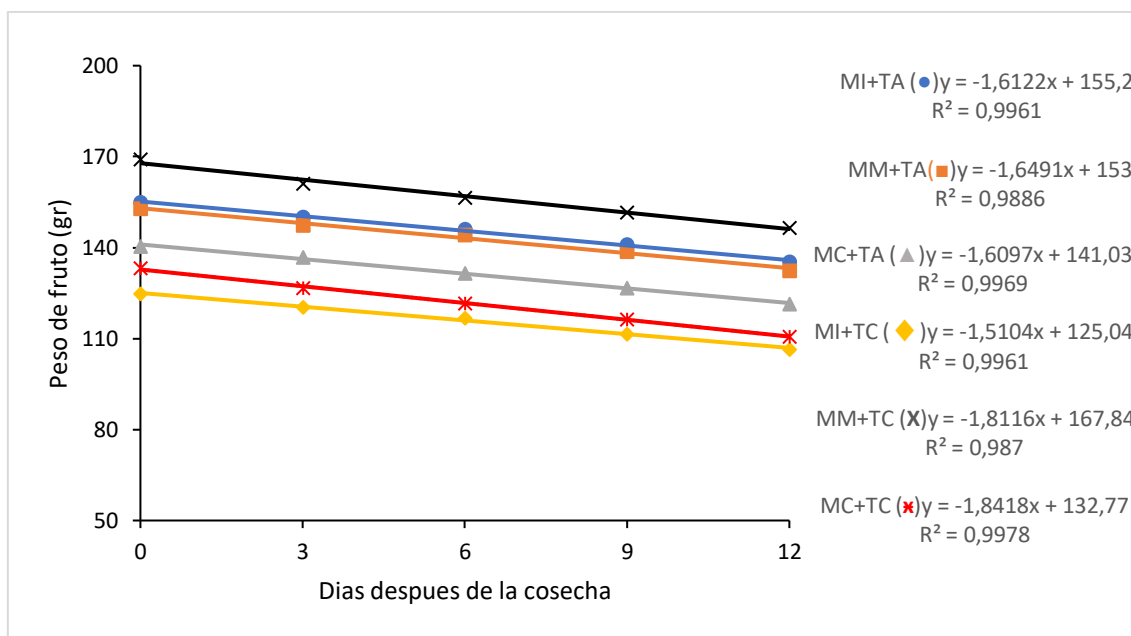
### ➤ PESO DE FRUTO (gr)

El cuadro 4.7 muestra los promedios de peso de fruto (g) de los tratamientos evaluados con su significancia estadística en cada día de evaluación, en el cual se observa que existe diferencia estadística significativa ( $p < 0,05$ ) entre tratamientos y además para los factores estados de madurez y temperatura, donde los tratamientos con frutos en madurez completa bajo temperatura controlada, presentaron las mayores pérdidas con 17% de su peso, a diferencia del tratamiento MI+TA que evidenciaron menor pérdida de peso con 12%, esto puede estar sujetos a los menores cambios físicos y químicos que presenta la fruta en el estados de madurez inicial, estos resultados se asemejan a lo reportado por Serna et al., (2012) quienes obtuvieron perdidas de peso hasta del 20 % por Jiménez *et al.*, (2017) pérdida de peso para frutos de pitahaya amarilla entre los diferentes tratamientos en cuanto a las variables de temperatura; al ambiente (promedio 17 °C) los frutos perdieron un promedio del 12,5% de peso y, controlada (6±2 °C) mostraron una pérdida promedio del 8,2%. en los tres estados de madurez.

**Cuadro 4.7** Medias de peso de fruto (gr) de pitahaya amarilla (*Selenicereus megalanthus*), letras diferentes en el día de evaluación representan separación de medias significativas de acuerdo al test de Tukey al 95% de confianza.

		<b>Peso de fruto (gr)</b>				
<b>Tratamiento</b>		<b>Día 0</b>	<b>Día 3</b>	<b>Día 6</b>	<b>Día 9</b>	<b>Día 12</b>
MI+TA		155 ab	150,1 ab	146,21 ab	140,97 ab	135,36 ab
MM+TA		152,8 ab	147,34 ab	144,23 ab	138,75 ab	132,39 ab
MC+TA		140,5 ab	136,75 ab	131,59 ab	126,61 ab	121,42 ab
MI+TC		124,75 b	120,38 b	116,689 b	111,58 b	106,49 b
MM+TC		169,1 a	161,03 a	156,55 a	151,57 a	146,64 a
MC+TC		133,2 ab	126,61 ab	121,64 ab	116,33 ab	110,76 ab
<b>Probabilidad</b>		0,015*	0,0195*	0,0141*	0,0272*	0,0232*
<b>Factores</b>	<b>Niveles</b>					
Estados de madurez (A)	Inicial	139,87 b	135,23 ab	131,45 ab	126,27 ab	120,93 ab
	Medio	160,9 a	154,18 a	150,39 a	145,17 a	139,52 a
	Completo	136,87 b	131,68 b	126,62 b	121,47 b	116,09 b
Temperatura (B)	Ambiente	149,44	144,72	140,68	135,44	129,73
	Controlada	142,36	136,01	131,63	126,49	121,30
<b>Probabilidad</b>	Factor A	0,0177*	0,0258*	0,0167*	0,0289*	0,027*
	Factor B	0,3056 NS	0,2022NS	0,1727NS	0,2134NS	0,2293NS
<b>C.V (%)</b>		11,28	11,48	11,47	12,98	13,21

De acuerdo con el modelo de regresión lineal el mayor ritmo de pérdida de peso diario en temperatura ambiente durante el periodo de evaluación se dio en el estado de madurez media (MM+TA) con 1,65 g día, en contraste a los estados de madurez inicial (MI+TA) y media (MC+TA) con 1,61 y 1,60 g día, respectivamente. Los tratamientos evaluados con temperatura controlada tuvieron un comportamiento similar en comparación al de la pérdida de peso en temperatura ambiente (Figura 4.7); los cuales presentan un comportamiento descendente lineal en donde se observa que la pérdida de peso desciende a un ritmo de 1,51, 1,81 y 1,84 g día en los frutos con madurez inicial (MI+TC).



**Figura 4.7** Pérdida de peso en frutos de pitahaya amarilla cosechados en tres estados de madurez, bajo condiciones de temperatura ambiente y controlada.

#### ➤ DIÁMETRO DE FRUTO (mm)

El análisis de varianza realizado al diámetro de frutos (mm) de pitahaya amarilla cosechados en tres estados de madurez y bajo dos condiciones de temperaturas, no presento diferencias estadísticas significativas ( $p < 0,05$ ) entre tratamientos y en el factor temperatura, sin embargo, los estados de madurez varían significativamente (cuadro 4.8), demostrando que los frutos en madurez media presentaron diámetros mayores a diferencia de los frutos en estado de madurez inicial y completa, en lo que se evidencia una pérdida de diámetro de un 15% en madurez completa, en relación a los demás estados

**Cuadro 4.8** Medias de diámetro de fruto (mm) de pitahaya amarilla (*Selenicereus megalanthus*), letras diferentes en el día de evaluación representan separación de medias significativas de acuerdo al test de Tukey al 95% de confianza.

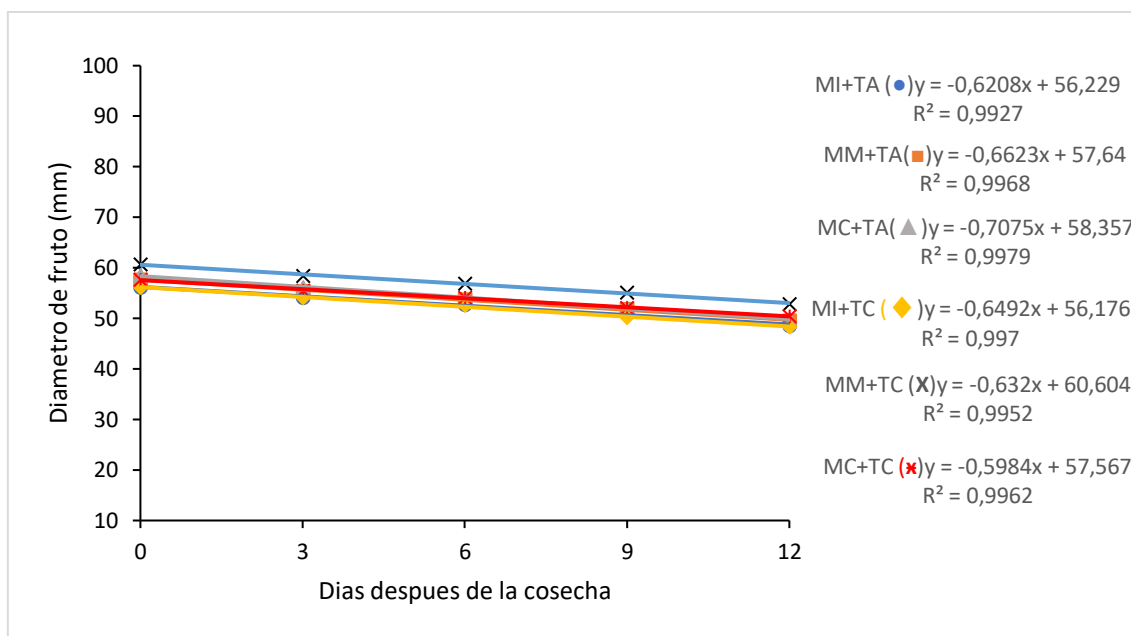
Tratamiento	Diametro de fruto (mm)				
	Día 0	Día 3	Día 6	Día 9	Día 12
MI+TA	56,20	54,15	52,75	50,91	48,51
MM+TA	57,69	55,44	53,78	51,88	49,54
MC+TA	58,54	56,10	53,92	52,04	49,96
MI+TC	56,17	54,09	52,57	50,24	48,35

MM+TC		60,69	58,44	56,93	55,14	52,86
MC+TC		57,72	55,49	54,11	52,15	50,41
<b>Probabilidad</b>		0,0856NS	0,1072 NS	0,1241 NS	0,0651 NS	0,1073 NS
<b>Factores</b>	<b>Niveles</b>					
Estados de madurez (A)	Inicial	56,18 b	54,12	52,66	50,57 b	48,43
	Medio	59,19 a	56,94	55,36	53,51 a	51,20
	Completo	58,13 ab	55,79	54,02	52,09 ab	50,18
Temperatura (B)	Ambiente	57,48	55,23	53,49	51,61	49,34
	Controlada	58,19	56,00	54,54	52,51	50,54
<b>Probabilidad</b>	Factor A	0,0468*	0,0625NS	0,0789NS	0,0484*	0,0721NS
	Factor B	0,452NS	0,4085NS	0,2658NS	0,3273NS	0,2112NS
<b>C.V (%)</b>		3,82	3,92	4,08	4,05	4,49

El diámetro de fruto diario en temperatura ambiente mostró un comportamiento descendente lineal, En la figura 4.8, se observa según los modelos de regresión lineal que el diámetro de los frutos disminuye a un ritmo de 0,62, 0,66 y 0,70 mm día en los frutos con madurez inicial (MI+TA), media (MM+TA) y completa (MC+TA), respectivamente.

Para los tratamientos evaluados en temperatura controlada presenta un comportamiento descendente lineal se observa que el diámetro de los frutos disminuye a un ritmo de 0,65, 0,63 y 0,60 mm día en los frutos con madurez inicial (MI+TC), media (MM+TC) y completa (MC+TC), respectivamente.

Esto indica que existe una pérdida de diámetro a medida que avanzan los días de almacenamiento, para García y Robayo (2008) que evaluaron el uso de atmósferas modificadas pasivas y temperaturas bajas en la conservación de pitahaya amarilla evidenciaron una reducción de del diámetro en un 6 a 8% menores a lo reportado en esta investigación.



**Figura 4.8** Pérdida del diámetro en frutos de pitahaya amarilla cosechados en tres estados de madurez, bajo condiciones de temperatura ambiente y controlada

#### ➤ FIRMEZA (NÉWTONES/ cm<sup>2</sup>)

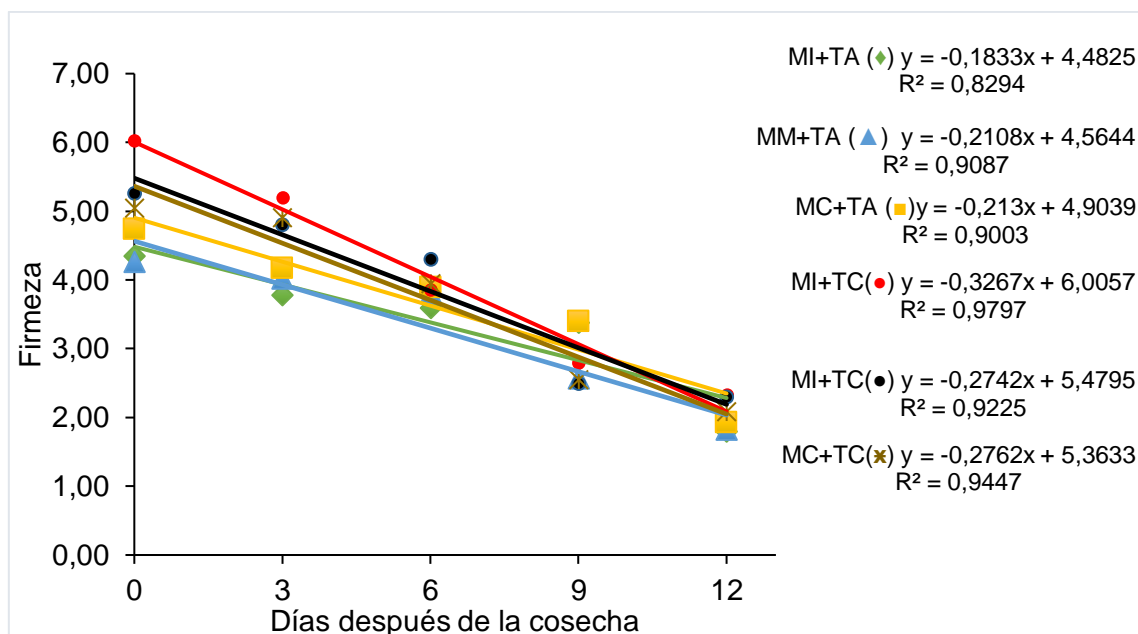
El análisis de varianza realizado a la variable firmeza en frutos de pitahaya amarilla presentó diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) para los tratamientos, y para el factor temperatura el cual tuvo una gran incidencia sobre la firmeza, en donde los frutos a temperatura ambiente presentaron menor resistencia, a diferencia de los frutos en temperatura controlada los cuales evidenciaron mayor firmeza, además la firmeza varío en función de los estados de madurez siendo los de madurez media y completa los que tienen menor resistencia a diferencia de los frutos en madurez inicial, estos resultados se asemejan por lo reportados por Sotomayor *et al.*, (2019) en donde afirman que la firmeza disminuye mientras avanza la madurez del fruto y Centurión *et al.*, (2008), quienes manifiestan que la firmeza de los frutos al final de la evaluación representó el 35.20 y 67 % de la consistencia inicial, respectivamente.

**Cuadro 4.9** Medias de firmeza de fruto de pitahaya amarilla (*Selenicereus megalanthus*), letras diferentes en el día de evaluación representan separación de medias significativas de acuerdo al test de Tukey al 95% de confianza.

		<b>Firmeza</b>				
<b>Tratamiento</b>		<b>Día 0</b>	<b>Día 3</b>	<b>Día 6</b>	<b>Día 9</b>	<b>Día 12</b>
	MI+TA	4,35 b	3,78 b	3,38	3,7 a	1,62
	MM+TA	4,27 b	4,02 ab	3,80	2,57 c	1,83
	MC+TA	4,74 b	4,17 ab	3,89	3,65 ab	1,93
	MI+TC	6,03 a	5,20 a	3,85	2,80 bc	2,33
	MM+TC	5,26 ab	4,81 ab	4,31	2,59 c	2,56
	MC+TC	5,049 ab	4,9 ab	3,95	2,55 c	2,08
<b>Probabilidad</b>		0,0012*	0,0168*	0,0825 NS	0,0003*	0,1516 NS
<b>Factores</b>	<b>Niveles</b>					
Estados de madurez (A)	Inicial	5,19	4,49	3,62	3,26 a	1,98
	Medio	4,76	4,41	4,07	2,58 b	2,19
	Completo	4,89	4,54	3,92	3,1 ab	2,01
Temperatura (B)	Ambiente	4,45 b	3,99 b	3,69	3,32 a	1,79 b
	Controlada	5,45 a	4,97 a	4,04	2,65 b	2,3 a
<b>Probabilidad</b>	Factor A	0,335 NS	0,9065 NS	0,0899 NS	0,0185*	0,6442 NS
	Factor B	0,0004*	0,0005*	0,0397*	0,0018*	0,0169*
<b>C.V (%)</b>		10,33	13,04	10	12,95	24,4

En la figura 4.9, se observa que, según el modelo de regresión lineal en los tratamientos evaluados a temperatura ambiente la mayor pérdida de firmeza se dio en el estado de madurez media (MC+TA) con 0,21 mm día, en contraste a los estados de madurez inicial (MI+TA) y completa (MC+TA) con 0,18 y 0,21 respectivamente, y para los tratamientos evaluados a temperatura controlada se observa una ligera variación de pérdida de firmeza entre los diferentes estados de madurez: inicial (MI+TC) 0,33; media (MM+TC) 0,27 y completa (MC+TC) 0,27.

En la investigación realizada por Guerrero (2014), indica que la consistencia de los frutos se redujo durante el tiempo de almacenamiento, resultados similares expresa García y Robayo (2008) donde el grado de maduración de la fruta, presento una diferencia significativa tanto a 10°C como a 20°C por lo que la dureza fue disminuyendo hasta caer por debajo del 50% de su valor inicial al cabo de 20 días de almacenamiento.



**Figura 4.9** Pérdida de la firmeza en frutos de pitahaya amarilla cosechados en tres estados de madurez, bajo condiciones de temperatura ambiente y controlada.

#### ➤ **SOLIDO SOLUBLES TOTALES (BRIX°)**

El comportamiento de sólidos solubles totales (Brix°) en los frutos de pitahaya amarilla no mostraron diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) entre tratamientos para los días 3, 6, 9 y 12 por lo que presentaron valores desde 13 hasta 17 Brix° estos resultados coinciden con lo reportado por Jiménez *et al.*, (2017) quienes no observaron diferencias significativas en cuanto a la concentración de sólidos solubles totales (Brix°) en los tratamientos almacenados al ambiente y al frío ni entre los diferentes estados de madurez. Tampoco observaron una tendencia concreta, ya que existían mediciones en las que aumentaban y otras disminuían.

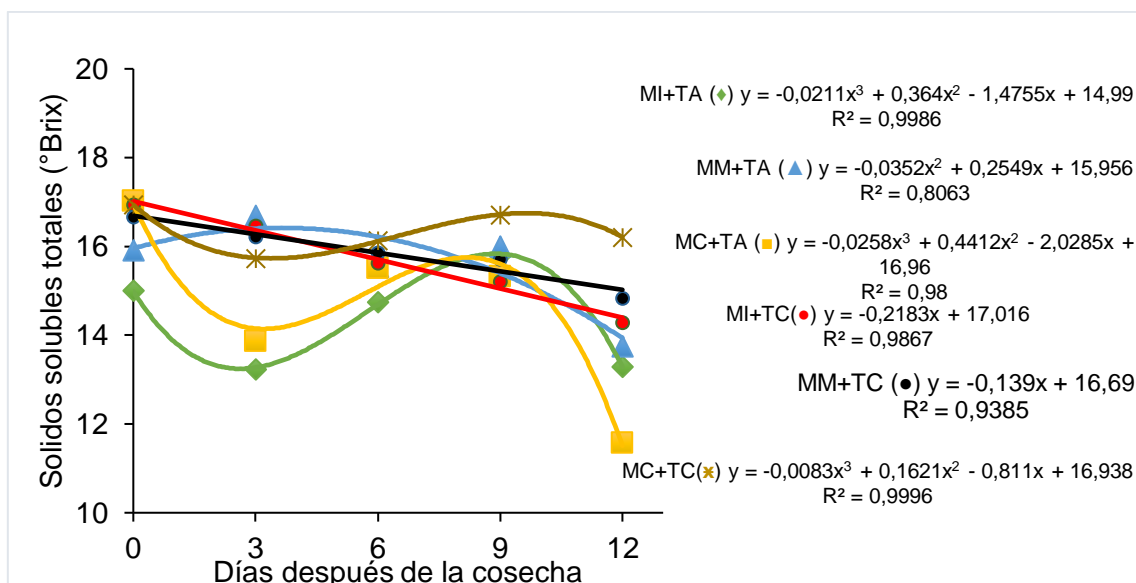
**Cuadro 4.10** Medias de sólidos solubles totales Brix° de fruto de pitahaya amarilla (*Selenicereus megalanthus*), letras diferentes en el día de evaluación representan separación de medias significativas de acuerdo al test de Tukey al 95% de confianza.

		<b>Grado Brix</b>				
<b>Tratamiento</b>		<b>Día 0</b>	<b>Día 3</b>	<b>Día 6</b>	<b>Día 9</b>	<b>Día 12</b>
	MI+TA	15 b	13,22	14,74	15,79	13,29
	MM+TA	15,91 ab	16,7	15,54	16,00	13,74
	MC+TA	17,02 a	13,86	15,51	15,33	11,58
	MI+TC	16,94 ab	16,45	15,62	15,21	14,29
	MM+TC	16,66 ab	16,22	15,85	15,70	14,83
	MC+TC	16,42 ab	15,73	16,12	16,71	16,21
<b>Probabilidad</b>		0,0155*	0,0678NS	0,7744NS	0,1828NS	0,3249NS
<b>Factores</b>	<b>Niveles</b>					
Estados de madurez (A)	Inicial	15,97	14,84	15,18	15,50	13,79
	Medio	16,28	16,46	15,70	15,85	14,29
	Completo	16,72	14,80	15,81	16,02	13,89
Temperatura (B)	Ambiente	15,98	14,59	15,26	15,70	12,87
	Controlada	16,67	16,13	15,86	15,87	15,11
<b>Probabilidad</b>	Factor A	0,2896NS	0,1739NS	0,5736NS	0,5187NS	0,9318NS
	Factor B	0,0832NS	0,0659NS	0,2525NS	0,6574NS	0,0634NS
<b>C.V (%)</b>		4,78	11,98	8,45	5,2	19,81

En la figura 4.19, se observa que, según el modelo de regresión para los tratamientos en temperatura ambiente los Brix° no muestran una tendencia específica, los frutos en madurez inicial y completa los grados brix disminuyeron 11,8 % al tercer día y aumentando al noveno día. En general los sólidos solubles totales variaron entre 15 y 13 brix°. Mientras que los estados de madurez inicial y media en temperatura controlada tuvieron un comportamiento descendente lineal disminuyendo 0,13 y 0,20 brix° día.

Resultados obtenidos por Rodríguez *et al.*, (2005) difieren por lo expuesto en esta investigación, quienes demostraron que frutos evaluados en estados de madurez tres los Brix° aumentaron 2 grados desde el inicio del almacenamiento hasta el día 19 presentando un comportamiento atípico en relación a otras investigaciones como los obtenido en esta investigación.





**Figura 4.10** Comportamiento de Brix° en frutos de pitahaya amarilla cosechados en tres estados de madurez, bajo condiciones de temperatura ambiente y controlada

#### ➤ ACIDEZ TITULABLE

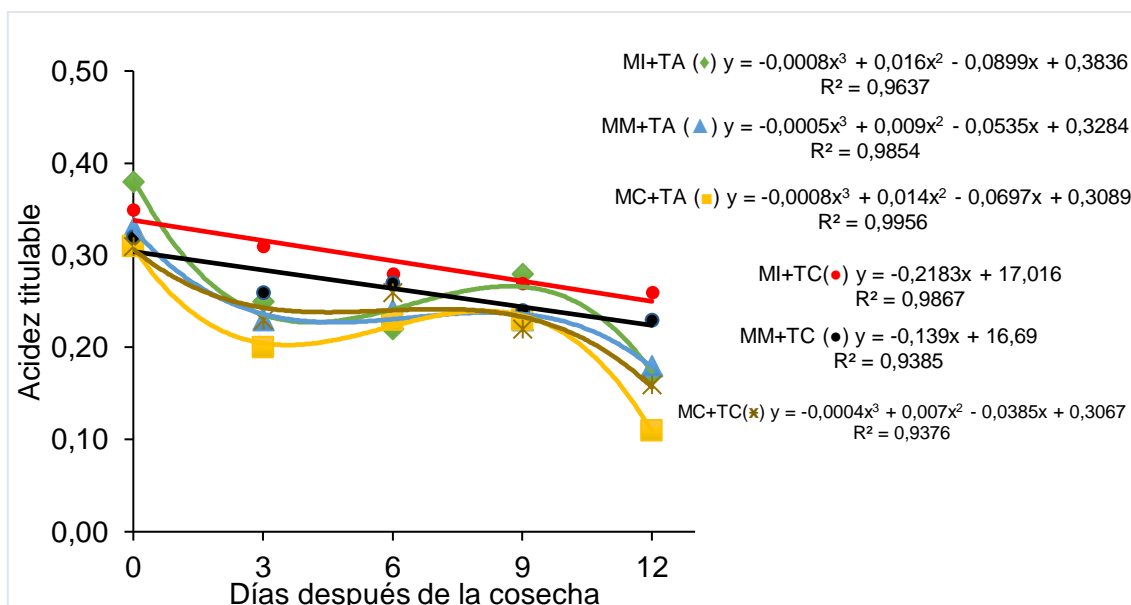
El cuadro 4.11 muestra el análisis de varianza para acidez titulable, no se muestran diferencias estadísticas significativa ( $p > 0,05$ ) entre tratamiento, pero existen variaciones dentro del factor temperatura de conservación mostrando una mayor acidez titulable en temperatura controlada con 0,27 %, Jiménez *et al.*, (2019) indica que existe un aumento además se mantienen resultados mayores de acidez titulable en frutos almacenado a temperaturas controladas.

Mientras que Rodríguez *et al.*, (2005) obtuvieron resultados que difieren con esta investigación los cuales tuvieron un efecto para la acidez titulable en el grado de madurez de cosecha hasta el día 9 del almacenamiento el cual fue más evidente, mientras la temperatura no mostró diferencias significativas.

**Cuadro 4.11** Medias de acidez titulable de fruto de pitahaya amarilla (*Selenicereus megalanthus*), letras diferentes en el día de evaluación representan separación de medias significativas de acuerdo al test de Tukey al 95% de confianza.

		<b>Acidez titulable</b>				
<b>Tratamiento</b>		<b>Día 0</b>	<b>Día 3</b>	<b>Día 6</b>	<b>Día 9</b>	<b>Día 12</b>
	MI+TA	0,37	0,24	0,22	0,27	0,17
	MM+TA	0,32	0,22	0,23	0,22	0,17
	MC+TA	0,31	0,20	0,22	0,23	0,15
	MI+TC	0,35	0,31	0,27	0,26	0,25
	MM+TC	0,31	0,26	0,27	0,24	0,23
	MC+TC	0,30	0,23	0,26	0,22	0,16
<b>Probabilidad</b>		0,61NS	0,0899NS	0,0249*	0,146NS	0,1162NS
<b>Factores</b>	<b>Niveles</b>					
Estados de madurez (A)	Inicial	0,36	0,28	0,24	0,27	0,21
	Medio	0,32	0,24	0,25	0,23 b	0,20
	Completo	0,31	0,22	0,24	0,23 b	0,16
Temperatura (B)	Ambiente	0,34 a	0,22 b	0,23 b	0,25 a	0,17 b
	Controlada	0,32 a	0,27 a	0,27 a	0,24 a	0,22 a
<b>Probabilidad</b>	Factor A	0,1936NS	0,0608NS	0,7384NS	0,0204*	0,1266NS
	Factor B	0,5648NS	0,0333*	0,0005*	0,7545NS	0,0346*
<b>C.V (%)</b>		19,94	19,95	10,76	13,76	30,39

Según el modelo de regresión de acidez titulable en temperatura ambiente muestra un comportamiento variado en los estados de madurez disminuyendo de 0,30 a 0,20 al tercer día, llegando a 0,11 unidades de acidez en el día 12. Por lo contrario, los frutos en madurez inicial y medio en temperatura controlada se observó una tendencia lineal descendente disminuyendo 0,21 y 0,13 unidades de acidez día, estos resultados concuerdan por los presentado por Sotomayor *et al.*, (2019) quienes demuestran que la acidez titulable disminuye con los estados de madurez y el tiempo de almacenamiento.



**Figura 4.11** Comportamiento de la acidez titulable en frutos de pitahaya amarilla cosechados en tres estados de madurez, bajo condiciones de temperatura ambiente y controlada

### ➤ pH

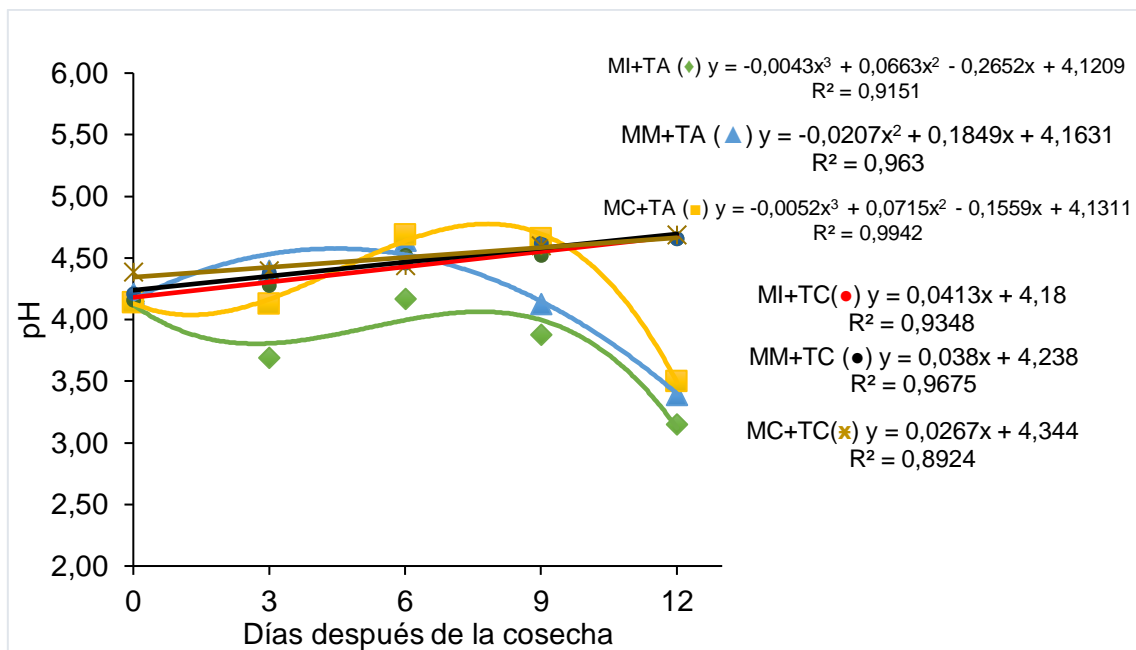
El análisis de varianza del pH en frutos de pitahaya amarilla cosechados en tres estados de madurez y bajo dos condiciones de temperaturas (cuadro 4.12) no presenta diferencias significativas ( $p > 0,05$ ) durante el tiempo de evaluación. El pH evaluado en los estados de madurez de pitahaya presenta promedios de 4,26 además observamos que existen un ligero aumento de este con relación a los estados de madurez, resultados similares fueron obtenidos por Sotomayor *et al.*, (2019) quienes reportaron un aumento de pH en los estados de madurez 0 al 6, además García y Robayo (2008) evidenciaron que en la fruta inmadura (estado 0) obtuvo un pH de 4,05, mientras que fruta madura presenta un valor de 4,7 estos datos concuerdan con los de esta investigación.

**Cuadro 4.12** Medias de pH de fruto de pitahaya amarilla (*Selenicereus megalanthus*), letras diferentes en el día de evaluación representan separación de medias significativas de acuerdo al test de Tukey al 95% de confianza.

		pH				
Tratamiento		Día 0	Día 3	Día 6	Día 9	Día 12
	MI+TA	4,15	3,68	4,16	3,87	3,15
	MM+TA	4,21	4,40	4,64	4,12	3,39
	MC+TA	4,14	4,13	4,68	4,66	3,49
	MI+TC	4,15	4,27	4,52	4,52	4,65
	MM+TC	4,21	4,37	4,45	4,62	4,65
	MC+TC	4,38	4,40	4,43	4,60	4,69
<b>Probabilidad</b>		0,2693NS	0,2219NS	0,3682NS	0,5782NS	0,0453NS
Factores	Niveles					
Estados de madurez (A)	Inicial	4,15	3,98	4,34	4,19	3,9
	Medio	4,21	4,34	4,55	4,37	4,02
	Completo	4,26	4,26	4,56	4,63	4,09
Temperatura (B)	Ambiente	4,17	4,07	4,49	4,22	3,35
	Controlada	4,25	4,35	4,47	4,58	4,67
<b>Probabilidad</b>	Factor A	0,411NS	0,1944NS	0,4177NS	0,4872NS	0,8955NS
	Factor B	0,2293NS	0,141NS	0,8568NS	0,2323NS	0,0008*
<b>C.V (%)</b>		3,71	10,52	7,64	16,6	21,65

El comportamiento del pH diario en temperatura ambiente muestra un comportamiento poco común. En la figura 4.12, se observa que, según los modelos de regresión el pH de los frutos aumenta en los estados de madurez inicial (MI+TA) y media (MM+TA) y completa (MC+TA) hasta el día 9 con un máximo de 4,6 pH y disminuyendo en el día 12 hasta los 3,15.

El comportamiento del pH diario en temperatura controlada muestra un comportamiento ascendente lineal, completamente diferente a los observados en temperatura ambiente, muestra que en los tres grados de madurez pH se incrementó durante todo el tiempo de evaluación; dando como resultado 0,04 0,04 y 0,03 pH día en los frutos con madurez inicial (MI+TC), media (MM+TC) y completa (MC+TC), respectivamente. Además, se observa que a partir del día 12 los valores tres estados de madurez alcanzan un pH similar entre sí.



**Figura 4.12** Comportamiento del pH en frutos de pitahaya amarilla cosechados en tres estados de madurez, bajo condiciones de temperatura ambiente y controlada.

# **CAPITULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

## **5.1. CONCLUSIONES**

- El mejor estado de madurez que mayor beneficio presento fue el estado de madurez inicial para la pitahaya roja ya que este no presento variaciones significativas en las variables evaluadas a través de los días de evaluación. Para la pitahaya amarilla el mejor estado de madurez que menos afecto a las variables evaluadas tanto física como química fue el estado de madurez media en comparación con el inicial y completa.
- Las temperaturas evaluadas tanto ambiente como controlada a 20°C de acuerdo con los resultados se concluye que la mejor para almacenar los dos genotipos de pitahaya es la temperatura controlada ya que presento mejores benéficos en las variables evaluadas tanto física como química.

## **5.2. RECOMENDACIONES**

- La pitahaya roja cosechar en estado de madurez inicial ya que tuvo menor pérdida en todas las variables estudiadas; mientras que la pitahaya amarilla se debe cosechar en el estado de madurez media debido a que no existe mayor pérdida en las características físicas y químicas de las frutas.
- Realizar estudios a diferentes temperaturas ambientes y controladas para mejorar la conservación y mantener la calidad de los frutos de pitahaya roja y amarilla, con el fin de alargar su vida

## BIBLIOGRAFÍA

- Alvarado, J. (2014). Caracterización postcosecha de la calidad del fruto de pitahaya amarilla (*Selenicereus megalanthus*) Y Roja (*Hylocereus undatus*). Tesis. Ing. Agrónomo. Universidad de Guayaquil Facultad de Ciencias Agrarias. Guayaquil- Guayas, EC. p 15.
- Balladares, F. (2016). Análisis de las características físicas y organolépticas de dos variedades de pitahaya amarilla (*Selenecereus megalanthus*) y roja (*Hylocereus undatus*) para la generación de una alternativa de consumo (mermelada). Tesis. Ing. Agropecuaria. Universidad Católica de Santiago de Guayaquil. Guayaquil- Guayas, EC. p 7.
- Balois, R., Peña, C., Arroyo, V. (2013). Síntomas y sensibilidad al daño por frío de frutos de pitahaya (*Hylocereus undatus* Haw) durante la postcosecha. "Agrociencia". 47 (8), 795-813.
- Beltrán, V. (2015). Desarrollo de un proyecto para la creación de una microempresa de producción y comercialización de pitahaya ubicada en la Comunidad de Chinimpí, del Cantón Palora, Provincia de Morona Santiago. (En línea). Formato PDF. Disponible en <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/7412/3/T-UCE-0003-AE019-2015.pdf>
- Brummell, D. (2006). Cell wall disassembly in ripening fruit. *Functional Plant Biology*, 33, 103-119.
- Campos, E., Pinedo, J., Campos, R., Hernández, A. (2011). Evaluación de plantas de pitaya (*Stenocereus* spp) de poblaciones naturales de Monte Escodedo, Zacatecas. México. Rev. Chapingo Serie Horticultura 17(3): 173-182.
- Centurión, A., Solís, S., Saucedo, C., Báez, R., y Sauri, D. (2008). Cambios físicos, químicos y sensoriales en frutos de pitahaya (*Hylocereus undatus*) durante su desarrollo. Rev. Fitotec. Mex., 31 (1), 1-5
- García, L., Vargas, O., Ramírez, F., Munguía, G., Corona, C., Cruz, T. (2015). Distribución geográfica de *Hylocereus* (cactaceae) en México. *Botanical Sciences*. 93 (4), 921-939
- García, M., Robayo, P. (2008). Evaluación del uso de atmósferas modificadas pasivas y temperaturas bajas en la conservación de pitaya amarilla (*Selenicereus megalanthus* Shuman). Rev. Corpoica Ciencia y Tecnología Agropecuaria, 9 (1), 30-39.
- Guerrero, M. (2014). Estudio del manejo poscosecha de pitahaya amarilla (*Selenicereus megalanthus*) procedente del Cantón Pedro Vicente Maldonado de la Provincia de Pichincha. Tesis. Ing. Agroindustrial. Escuela Politécnica Nacional. Quito- Pichincha, EC. p 42.
- Hernández, E. (2005). Fundamentos y Características de la Evaluación Sensorial. Ciencias Básicas e Ingeniería. Universidad Nacional Abierta y a distancia – UNAD. Bogotá, CO. p 12.
- 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. Scielo. 5 (2), 2308-3859
- Lamúa S. M. (2000). Aplicación del frío en los alimentos. Instituto del frío de Madrid. 1ª edición. AMV Ediciones. 350 pp

- Magaña, W., Baldín, A., Corrales, G., Saucedo, V., Sauri, E. (2013). Variaciones bioquímicas-fisiológicas y físicas de las frutas de pitahaya (*Hylocereus undanatus*) almacenadas en ambiente natural. "Iber Tecnología Postcosecha". 4(1), 21-30.
- Montesinos, J., Larramendi, L., Ortiz, P., Fonseca, M., Ruiz, G., Guevara, F. (2015). Pitahaya (*hylocereus spp*) Un recurso filogenético con historia y futuro para el trópico seco mexicano. INCA. 36, 67-76
- Muñoz N, (2018). Estudio de factibilidad financiera para la producción de pitahaya (*hylocereus undatus*, britt and rose) de exportación, en la comuna Julio Moreno, Provincia de Santa Elena. Tesis. Ing. Administración De Empresas Agropecuarias y Negocios. Universidad Estatal Península Santa Elena. Santa Elena, EC. p 36.
- Nájera, J. (2011). Exportación de pitahaya en conserva procesada en Ecuador hacia el mercado de EE.UU. En línea Formato PDF. Disponible en <http://dspace.udla.edu.ec/bitstream/33000/2890/1/UDLA-EC-TLCI-2012-04%28S%29.pdf>
- Osuna, T., Ibarra, M., Muy, M., Valdez, J., Villarreal, M., Hernández, S. (2011). Calidad postcosecha de frutos de pitahaya (*hylocereus undatus Haw.*) cosechados en tres estados de madurez. Fitotec. 34 (1), 63-72
- Osuna, T., Valdez, J., Sañudo, J., Muy, M., Hernández, S., Villarreal, M., otros. (2016). Fenología reproductiva, rendimiento y calidad del fruto de pitahaya (*Hylocereus undatus Haw* Britton and Rose) en el valle de Culiacán, Sinaloa, México. Scielo. 50 (1), 1405-3195
- Palma, N. (21 de septiembre del 2018). Okaso apuesta medio millón de dólares por más pitahaya. Diario el universo. Recuperado de <https://www.eluniverso.com/noticias/2018/09/21/nota/6962681/okaso-apuesta-medio-millon-dolares-mas-pitahaya>
- Porojnia, E. (2016). Proyecto de factibilidad comercial, financiera y de producción para exportación de Pitahaya a Francia. Tesis. Ing. Comercial. Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Quito- Pichincha, EC. p 7.
- Rodríguez, D., Patiño, M., Miranda, D., Fischer, G., y Galvis, J. (2005). Efecto de dos índices de madurez y dos temperaturas de almacenamiento sobre el comportamiento en almacenamiento sobre el comportamiento en poscosecha de la pitahaya amarilla (*Selenicereus megalanthus Haw.*). *Rev. Fac. Nal. Agr. Medellín*, 58 (2), 2827-2
- Rojas, E.; Luna, C., Cruz, A. (2011). Clasificación y selección tradicional de pitaya (*Stenocereus pruinosus* (Otto) Buxb.) en Tianguistengo, Oaxaca, y variación morfológica de cultivares. México. Revista Chapingo Serie Horticultura. 15: 75-82.
- Sotomayor, A., Pitzaca, S., Sánchez, M., Burbano, A., Díaz, A., Otros. (2019). Evaluación físico química de fruta de pitahaya *Selenicereus megalanthus* en diferentes estados de desarrollo. "Scielo". 10 (1), 1039-6542
- Trujillo, D. (2014). Microorganismos asociados a la pudrición blanda del tallo y manchado del fruto en el cultivo de pitahaya amarilla en Ecuador. Tumbaco - Pichincha. Tesis. Ing. Agrónomo. Universidad central del Ecuador. Quito-Pichincha, EC. p 7.
- Urbina, V. (2012). La fructificación de los frutales. Obtenido de <http://ocw.udl.cat/engineyria-i-arquitectura/fructicultura/continguts-1/l-6/monografia-no-6-cap.-6.-calidad-de-los-frutos>



- Vásquez, W., Aguilar, K., Vilaplana, R., Viteri, P., Viera, W., Valencia, Ch. (2016). Calidad del fruto y pérdidas poscosecha de pitahaya amarilla (*Selenicereus megalanthus* Haw.) en Ecuador. "Agronomía Colombiana".34 (1), 1081-1083
- 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. Revista ESPAMCIENCIA. ESPAM MFL. Ecuador. Vol. 10 N° 1. pp: 8-13.
- Yah, A.; Pereira, S.; Veloz, C. S.; Sañudo, R. B. y Duch, E. S.(2008). "Cambios físicos, químicos y sensoriales en frutos de pitahaya (*Hylocereus undatus*) durante su desarrollo". Revista Fitotecnia Mexicana, vol. 31, no. 1. pp. 1–5, ISSN 0187-7380
- Yoldi, M. (2000). Producción y Comercialización de pitahaya en México. "Claridades Agropecuarias". 84, 102-211

# **ANEXOS**

**Anexo 1: Pitahaya roja sometidas a temperatura controlada 20°.**



**T3 madurez completa**



**T2 madurez media**



**T1 madurez inicial**

**Anexo 2: Pitahaya roja sometidas a temperatura ambiente.**



**T3 madurez completa**



**T2 madurez media**



**T1 madurez inicial**

**Anexo 3: Pitahaya amarilla sometidas a temperatura controlada 20°.**



**T3 madurez completa**



**T2 madurez media**



**T1 madurez inicial**

**Anexo 4:** Pitahaya amarilla sometidas a temperatura ambiente.



T3 madurez inicial



T2 madurez media



T1 madurez completa

**VARIABLES FISICAS.**

**Anexo 5:** Evaluaciones de la variable peso gr.



**Anexo 6:** Evaluaciones de la variable calibre cm.



**Anexo 7: Evaluaciones de la variable firmeza (Néwtones/ cm2).**



**VARIABLES QUIMICAS**

**Anexo 8: Evaluaciones de la variable solidos solubles totales brix°.**



Extracción del jugo de la pitahaya



visualización de los grados brix



**Anexo 9: Evaluaciones de la variable pH.**



**Anexo 10: Evaluaciones de la variable acidez.**

