



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**SEDE ORELLANA**  
**FACULTAD DE RECURSOS NATURALES**  
**CARRERA AGRONOMÍA**

**“EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE LA FRUTA DE PITAHAYA ROJA  
(*Hylocereus undatus*) EN DIFERENTES ESTADOS DE MADUREZ  
CULTIVADA EN TRES TIPOS DE TUTORES, EN EL CANTÓN LA JOYA DE  
LOS SACHAS, PROVINCIA DE ORELLANA”.**

**Trabajo de Integración Curricular**

Tipo: Proyecto de Investigación

Presentado para optar al grado académico de:

**INGENIERA AGRÓNOMA**

**AUTORA: MELISA ABIGAIL AGUINDA VARGAS**

**DIRECTOR: Ing. FABIAN MIGUEL CARRILLO RIOFRIO MSc.**

El Coca - Ecuador

2022

**©2022, Melisa Abigail Aguinda Vargas**

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

Yo, MELISA ABIGAIL AGUINDA VARGAS declaro que el presente trabajo de integración curricular es de mi autoría y los resultados del mismo son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autor asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de integración curricular. El patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

El Coca, 17 de enero del 2022



**Melisa Abigail Aguinda Vargas**

**C.I: 220023875-2**

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE RECURSOS NATURALES**  
**CARRERA AGRONOMÍA**

El Tribunal del Trabajo de Integración Curricular certifica que: el Trabajo de Integración Curricular: Tipo Proyecto de Investigación “**EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE LA FRUTA DE PITAHAYA ROJA (*Hylocereus undatus*) EN DIFERENTES ESTADOS DE MADUREZ CULTIVADA EN TRES TIPOS DE TUTORES, EN EL CANTÓN LA JOYA DE LOS SACHAS, PROVINCIA DE ORELLANA**”, realizado por la señora: **MELISA ABIGAIL AGUINDA VARGAS**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del Trabajo de Integración Curricular, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal autoriza su presentación.

**FIRMA**

**FECHA**

Ing. Juan Gabriel Chipantiza Masabanda  
**PRESIDENTE DEL TRIBUNAL**



Firmado electrónicamente por:  
**JUAN GABRIEL  
CHIPANTIZA  
MASABANDA**

\_\_\_\_\_

2022/01/17

Ing. Fabián Miguel Carrillo Riofrio  
**DIRECTOR DEL TRABAJO DE  
INTEGRACIÓN CURRICULAR**



Firmado electrónicamente por:  
**FABIAN MIGUEL  
CARRILLO  
RIOFRIO**

\_\_\_\_\_

2022/01/17

Ing. Hilter Farley Figueroa Saavedra  
**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

**HILTER  
FARLEY  
FIGUEROA  
SAAVEDRA**

Firmado digitalmente  
por HILTER FARLEY  
FIGUEROA SAAVEDRA  
Fecha: 2022.01.24  
16:30:05 -05'00'

\_\_\_\_\_

2022/01/17

## **DEDICATORIA**

A mis padres Carlos Aguinda y Carolina Vargas por su apoyo moral, psicológico y económico, ya que sin ustedes no habría dado este gran paso y como se los prometí me llena de dicha el decirles que sí se pudo.

Con todo mi amor a mi amado esposo Jaime Bone por su apoyo incondicional, su esfuerzo para que no me haga falta lo necesario y, sobre todo, por darme esta hermosa familia que formamos junto a nuestra pequeña hija Caroline Bone motor idóneo para culminar con éxito esta etapa de mi vida en el ámbito profesional.

Melisa

## AGRADECIMIENTOS

A Dios nuestro padre celestial, motor principal para lograr esta meta soñada y no desmayar, gracias a la salud prestada día tras día.

A mis padres Carlos y Carolina por el apoyo que siempre me brindaron ante cualquier situación inesperada.

Al Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias “INIAP”, por abrirnos las puertas de tan prestigiosa Institución y permitirme realizar mis prácticas Pre-profesionales y a la vez realizar mi tema de investigación con satisfacción.

A las Ingenieras Yadira Vargas y Alejandra Díaz encargadas del Programa de Fruticultura quienes brindaron su apoyo incondicional en esta investigación dentro del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias “INIAP”.

A mis compañer@s, amig@s de la Universidad con los cuales se logró compartir momentos llenos de felicidad y momentos tristes, pero que supimos manejarlo adecuadamente.

A la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo “ESPOCH” sede Orellana por haberme permitido culminar mis estudios universitarios y hacer de mí un profesional en el área de la Agronomía.

Melisa

## TABLA DE CONTENIDOS

ÍNDICE DE TABLAS.....	ix
ÍNDICE DE FIGURAS.....	x
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	xi
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xii
ÍNDICE DE ABREVIATURAS.....	xiii
RESUMEN.....	xiv
ABSTRACT.....	xv
INTRODUCCIÓN.....	1

### CAPÍTULO I

1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL.....	5
1.1. Antecedentes.....	5
1.2. Marco conceptual.....	5
1.2.1. Origen.....	5
1.2.2. Importancia de la Pitahaya roja.....	5
1.2.3. Mercado nacional e internacional.....	6
1.2.4. Condiciones climáticas.....	6
1.2.4.1. Temperatura.....	6
1.2.4.2. Radiación.....	6
1.2.4.3. Necesidades hídricas.....	7
1.2.4.4. Viento.....	7
1.2.5. Condiciones edáficas.....	7
1.2.5.1. Suelo.....	7
1.2.5.2. pH del suelo.....	7
1.2.5.3. Riego.....	8
1.2.6. Sistema de soporte (Estructura de apoyo).....	8
1.2.6.1. Características a considerarse para ser considerado como tutor vivo.....	8
1.2.6.1.1 Erythrina spp.....	8
1.2.6.1.2 Hobo (Spondias mombin L.).....	9
1.2.6.2. Características a considerarse de los tutores inertes.....	9
1.2.6.2.1 Tutor inerte (poste de concreto).....	9
1.2.7. Estados fenológicos del cultivo de Pitahaya.....	9
1.2.8. Fenología reproductiva.....	10

1.2.9.	<i>Floración</i> .....	10
1.2.10.	<i>Fructificación</i> .....	11
1.2.11.	<i>Características del fruto</i> .....	11
1.2.11.1.	<i>Maduración del fruto</i> .....	11
1.2.11.2.	<i>Composición química del fruto de pitahaya</i> .....	12
1.2.12.	<i>Índices de madurez</i> .....	12
1.2.12.1.	<i>Firmeza del fruto</i> .....	12
1.2.12.2.	<i>pH de la fruta</i> .....	12
1.2.12.3.	<i>Sólidos solubles (Brix)</i> .....	13
1.2.12.4.	<i>Acidez</i> .....	13
1.2.13.	<i>Producción</i> .....	13
1.2.14.	<i>Cosecha</i> .....	13

## CAPÍTULO II

2.	<b>METODOLOGÍA</b> .....	14
2.1.	<b>Características del lugar</b> .....	14
2.1.1.	<i>Localización de estudio</i> .....	14
2.1.2.	<i>Ubicación geográfica</i> .....	14
2.1.3.	<i>Características climáticas</i> .....	14
2.1.4.	<i>Factores de estudio</i> .....	14
2.1.5.	<i>Características de la unidad experimental</i> .....	14
2.1.6.	<i>Tratamientos</i> .....	15
2.1.7.	<i>Diseño experimental</i> .....	15
2.1.8.	<i>Análisis estadístico</i> .....	15
2.1.9.	<i>Análisis funcional</i> .....	15
2.1.10.	<i>Técnicas</i> .....	15
2.1.10.1.	<i>Manejo específico del experimento</i> .....	15
2.2.	<b>Métodos de evaluación</b> .....	16
2.2.1.	<i>Desarrollo reproductivo</i> .....	16
2.2.2.	<i>Floración</i> .....	17
2.2.3.	<i>Desarrollo del fruto</i> .....	18
2.2.4.	<i>Maduración del fruto</i> .....	18
2.3.	<b>Materiales</b> .....	20

## CAPÍTULO III

<b>3.</b>	<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b> .....	22
<b>3.1.</b>	<b>Evaluación de los períodos de brotación, floración, fructificación y cosecha de fruta de pitahaya roja, cultivada en tres tipos de tutores</b> .....	22
<b>3.2.</b>	<b>Características físico-químicos en los diferentes estados de desarrollo de la fruta de pitahaya roja, para conocer su calidad</b> .....	28
<b>3.2.1.</b>	<i>Desarrollo del fruto</i> .....	28
<b>3.2.2.</b>	<i>Crecimiento del fruto</i> .....	31
	<b>CONCLUSIONES</b> .....	34
	<b>RECOMENDACIONES</b> .....	35
	<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	
	<b>ANEXOS</b>	

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1-2:</b> Análisis de Varianza (ADEVA).....	15
<b>Tabla 2-2:</b> Materiales de campo .....	20
<b>Tabla 3-2:</b> Equipos de laboratorio .....	20
<b>Tabla 4-2:</b> Equipos de escritorio .....	21
<b>Tabla 1-3:</b> Efectos principales y de interacción para la fase de desarrollo reproductivo determinado para cada factor: Tratamiento y Estado 5 .....	22
<b>Tabla 2-3:</b> Valores medios de diámetro y longitud (mm) determinados para el factor: Estado 5 .....	22
<b>Tabla 3-3:</b> Efectos principales y de interacción para la fase de desarrollo reproductivo determinado para cada factor: Tratamiento y Estado 7 .....	24
<b>Tabla 4-3:</b> Valores medios de diámetro y longitud (mm) determinados para el factor: Estado 7 .....	25
<b>Tabla 5-3:</b> Efectos principales y de interacción para la fase de desarrollo reproductivo determinado para cada factor: Tratamiento y Estado 8 .....	26
<b>Tabla 6-3:</b> Valores medios de diámetro y longitud (mm) determinados para el factor: Tratamiento y Estado 8 .....	26
<b>Tabla 7-3:</b> Efecto de tres tipos de tutores sobre las características físicos-químicos en los diferentes estados de desarrollo de la fruta de pitahaya roja .....	30
<b>Tabla 8-3:</b> Efecto de tres tipos de tutores sobre las características físicos-químicos en los diferentes estados de crecimiento de la fruta de pitahaya roja.....	32

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1-2.</b> Ilustración del desarrollo reproductivo de la fruta de pitahaya roja .....	17
<b>Figura 2-2.</b> Ilustración de la floración de la fruta de pitahaya roja .....	17
<b>Figura 3-2.</b> Ilustración del desarrollo de la fruta de pitahaya roja .....	18
<b>Figura 4-2.</b> Ilustración sobre la maduración de la fruta de pitahaya roja .....	18
<b>Figura 5-2.</b> Ilustración del crecimiento de la fruta de pitahaya roja.....	19

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 1-3.</b> Estado 5 del desarrollo reproductivo de la fruta de pitahaya roja .....	23
<b>Gráfico 2-3.</b> Estado 6 de la floración de la fruta de pitahaya roja .....	24
<b>Gráfico 3-3.</b> Estado 7 del desarrollo de la fruta de pitahaya roja en relación con su diámetro y longitud.....	25
<b>Gráfico 4-3.</b> Estado 8 del crecimiento de la fruta de pitahaya roja en relación con su diámetro y longitud.....	27
<b>Gráfico 5-3.</b> Estadios de maduración de la fruta de pitahaya roja a 49, 59, 62, 68, 70, 72, 73, 74 y 75 días después de la antesis. ....	28

## **ÍNDICE DE ANEXOS**

**ANEXO A:** EVALUACIÓN EN PERÍODO DE BROTAÇÃO

**ANEXO B:** EVALUACIÓN EN PERÍODO DE FLORACIÓN

**ANEXO C:** EVALUACIÓN EN PERÍODO DE FRUCTIFICACIÓN

**ANEXO D:** EVALUACIÓN EN PERÍODO DE MADURACIÓN Y COSECHA DE FRUTA

**ANEXO E:** EVALUACIÓN EN LABORATORIO PESO DEL FRUTO

**ANEXO F:** EVALUACIÓN EN LABORATORIO DIÁMETRO Y LONGITUD

**ANEXO G:** EVALUACIÓN EN LABORATORIO FIRMEZA DEL FRUTO

**ANEXO H:** EVALUACIÓN EN LABORATORIO FIRMEZA DE LA PULPA

**ANEXO I:** EVALUACIÓN EN LABORATORIO PESO DE LA PULPA

**ANEXO J:** EVALUACIÓN EN LABORATORIO PESO DE LA CÁSCARA

**ANEXO K:** EVALUACIÓN EN LABORATORIO pH

**ANEXO L:** EVALUACIÓN EN LABORATORIO BRUX

**ANEXO M:** EVALUACIÓN EN LABORATORIO ACIDEZ TITULABLE

## **ÍNDICE DE ABREVIATURAS**

<b>ADEVA</b>	Análisis De Varianza
<b>LSD</b>	Least Significance Differences
<b>USB</b>	Universal Serial Bus
<b>CV</b>	Coficiente De Variación
<b>INIAP</b>	Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias
<b>EECA</b>	Estación Experimental Central de la Amazonía

## RESUMEN

La presente investigación propone: Evaluar la calidad de la fruta de pitahaya roja (*Hylocereus undatus*) en diferentes estados de madurez, cultivada en tres tipos de tutores, en el cantón La Joya de los Sachas, provincia de Orellana. La unidad experimental estuvo constituida por nueve plantas de pitahaya roja pulpa blanca, por tratamiento (T1: tutor hobo, T2: tutor Erythrina, T3: poste de concreto) (tres tutores) con tres réplicas, en total, es decir 36 unidades experimentales. En cada planta se seleccionarán cuatro botones florales, con un total de 324 botones florales. Se cuantificaron las siguientes variables: peso del fruto, diámetro del fruto, longitud del fruto, firmeza de la pulpa, firmeza del fruto, peso de pulpa, peso de cáscara, pH, Brix, acidez titulable. Como resultado, los postes de concreto mostraron mayor eficiencia en el crecimiento de fruto, peso de pulpa y cáscara, en la variable peso de fruto existió un aumento conforme avanza el crecimiento del fruto, llegando a tener un peso de 569.58g en la etapa 819; al aumentar la madurez de la fruta de pitahaya el contenido de sólidos solubles se incrementa llegando a un valor de 13.5 grados Brix; la firmeza de la cáscara va disminuyendo según aumente la madurez. Se concluye que el tutor más eficaz para un buen desarrollo de la fruta de pitahaya es el tutor de concreto, sin dejar atrás a los tutores vivos (*Spondias mombin L.* y *Erythrina spp.*) los cuales aportan disminución de los costos de producción, reducen la incidencia de plagas, no causan daño a los cladodios, botones florales, flores y frutos, adicional. Se recomienda promover estudios de poscosecha, con los diferentes estados de maduración de la fruta para definir el tiempo que se puede almacenar la fruta en percha y en refrigeración.

**Palabras clave:** <INGENIERÍA AGRONÓMICA>, <PITAHAYA ROJA (*Hylocereus undatus*)>, <ESTADOS DE MADUREZ>, <UNIDAD EXPERIMENTAL>, <POSCOSECHA>.

**LEONARDO  
FABIO MEDINA  
NUSTE**

Firmado digitalmente por LEONARDO  
FABIO MEDINA NUSTE  
Nombre de reconocimiento (DN): c=EC,  
o=BANCO CENTRAL DEL ECUADOR,  
ou=ENTIDAD DE CERTIFICACION DE  
INFORMACION-ECIBCE, l=QUITO,  
serialNumber=0000621485,  
cn=LEONARDO FABIO MEDINA NUSTE  
Fecha: 2021.09.21 15:26:41 -05'00'



1816-DBRA-UTP-2021

## SUMMARY

The present research proposes: To evaluate the quality of red pitahaya fruit (*Hylocereus undatus*) at different stages of maturity, grown on three types of tutors, in La Joya de los Sachas canton, province of Orellana. The experimental unit consisted of nine red pitahaya plants with white pulp, per treatment (T1: hobo stake, T2: Erythrina stake, T3: concrete post) (three stakes) with three replicates, in total, that is, 36 experimental units. Four flower buds were selected on each plant, for a total of 324 flower buds. The following variables were quantified: fruit weight, fruit diameter, fruit length, flesh firmness, fruit firmness, flesh weight, peel weight, pH, Brix, titratable acidity. As a result, the concrete stakes showed greater efficiency in fruit growth, pulp and peel weight; in the fruit weight variable there was an increase as fruit growth progressed, reaching a weight of 569.58g at stage 819; as pitahaya fruit maturity increased, the soluble solids content increased, reaching a value of 13.5 degrees Brix; the firmness of the peel decreased as maturity increased. It is concluded that the most effective tutor for a good development of pitahaya fruit is the concrete tutor, without leaving behind the live tutors (*Spondias mombin* L. and *Erythrina* spp.) which provide a decrease in production costs, reduce the incidence of pests, do not cause damage to cladodes, flower buds, flowers and fruits, in addition. It is recommended to promote postharvest studies, with the different stages of fruit ripening to define the time that the fruit can be stored on perch and refrigerated.

Key words: <AGRONOMIC ENGINEERING>, <RED PITAHAYA (*Hylocereus undatus*)>, <RIPPINESS STAGES>, <EXPERIMENTAL UNIT>, <POSTSHARVING>.

Trasladed by:



Firmado electrónicamente por:  
NANCY DE LAS  
MERCEDES BARRENO  
SILVA

---

Lcda. Nancy Barreno Silva: Ms.

DOCENTE - ESPOCH

## INTRODUCCIÓN

La pitahaya es una especie de cactus de enredadera perteneciente al género *Hylocereus* sinónimo de *Selenicereus*, se cultiva principalmente en las zonas tropicales y subtropicales de todo el mundo (Hua et al. 2018). Los frutos son apreciados por sus colores llamativos y por el valor nutricional (polifenoles, vitamina C, azúcares, ácidos orgánicos, fitoalbúmina aminoácidos y pigmentos (flavonoides y betalaínas) (Sotomayor Correa et al., 2019, párr.5).

En la Amazonía norte el cultivo de pitahaya se está expandiendo; sin embargo, se desconoce la información relacionada con la producción de pitahaya roja en la localidad, para el cultivo de este frutal se menciona que la planta debe cultivarse bajo un sombreado de entre el 30 y el 60% (Rebolledo et al., 2009, p.5). porque su actividad fotosintética y su crecimiento se inhiben cuando se cultivan a pleno sol, lo que provoca el amarillamiento de los cladodios (Raveh, Nerd y Mizrahi, 1998, pp.151-164). Sin embargo, un sombreado excesivo también puede perjudicar desarrollo, lo que da lugar a elongación excesiva de los cladodios y una severa reducción de la floración, lo que afecta a la producción (Almeida et al., 2018, p.2). Por lo tanto, es esencial comprender las posibles interacciones entre la floración y los factores ambientales factores para maximizar la producción de fruta. El fotoperiodo y la temperatura son factores importantes en la ecofisiología de la floración, por lo tanto, la pitahaya como es una especie dependiente del fotoperiodo se le ha caracterizado como de día largo (Nerd et al., 2002, pp.343-350).

Por otro parte, el crecimiento potencial del fruto está determinado por factores genéticos, sin embargo, el intervalo de tiempo que va desde la antesis a la madurez varía según la especie y las condiciones ecológicas, así mismo, el crecimiento de los frutos desde la antesis hasta que alcanzan la madurez describe una curva sigmoidea, en donde las fases de crecimiento rápido están separadas por un intervalo o fase media de crecimiento lento o nulo (Malgarejo et al., 2006, p.24). Los cambios en la composición del fruto están relacionados con la degradación de carbohidratos, reducción de ácidos orgánicos y polifenoles, cambios en la pigmentación, síntesis de sustancias volátiles y ablandamiento de la textura, y, los cambios de textura se relacionan a la disolución de las uniones intracelulares de la pared celular (Arias, 2000, p.4).

En Brasil, el tiempo transcurrido entre la formación del botón floral y la cosecha del fruto de *Hylocereus undatus* oscila entre 50-60 días (Marques et al., 2011, p.3) y entre 52-66 días (Silva et al. 2015, p3), y la etapa de cosecha del fruto oscila entre 30-32 días (Ortiz y Takahashi, 2015, p.2). En México, la maduración fisiológica de los frutos de pitahaya ocurrió entre los 25 y 31 días después de la antesis, otras investigaciones en Brasil, confirmaron que este punto ocurrió en el período de 28 a 32 días, por lo tanto, para evitar perder el valor comercial de los frutos de pitahaya se recomienda cosecharlos entre 25 y 32 días (Ortiz y Takahashi 2020, p.65).

## **PROBLEMÁTICA**

El cultivo de la pitahaya roja es una nueva alternativa de producción en la provincia de Orellana. Sin embargo, la información primaria generada alrededor de este cultivo en el manejo agronómico, cosecha y poscosecha es escasa, aunque en campo se observa que el comportamiento agronómico es aceptable.

Por lo tanto, se plantea esta investigación con el propósito de conocer las etapas fenológicas del cultivo y el grado de madurez óptimo (cambios físicos y químicos) que debe presentar la fruta al momento del corte, cuando se cultiva en tres tipos de tutores.

## **JUSTIFICACIÓN**

En los últimos años en el cantón La Joya de los Sachas los productores han buscado cultivos alternativos para dinamizar su economía familiar debido principalmente a que los cultivos tradicionales como cacao y café ya no son rentables.

Uno de los cultivos que está dinamizando la producción en la localidad es el cultivo de pitahaya roja; pero con una tecnología de manejo agronómico sostenible, como es el uso de tutores vivos con especies multipropósito, es decir las especies usadas deben soportar el peso de la planta de pitahaya, proporcionarle sombra parcial a la planta y aportar biomasa al cultivo.

Por lo antes indicado, el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, Estación Experimental Central de la Amazonía, Programa de Fruticultura y Laboratorio de Calidad de Alimentos en el año 2020 inician varios estudios para conocer el comportamiento agronómico y la calidad de fruta de pitahaya cultivada en tutores vivos e inertes en la Finca PitaCastro, con la finalidad de generar información primaria que les permita a los productores mejorar los procesos de producción en el corto, mediano y largo plazo.

Por lo tanto, uno de los temas de investigación priorizados que fortalecerán los trabajos de cosecha y poscosecha de fruta es conocer la fenología y los índices de madurez de la fruta de pitahaya roja cultivada en diferentes tipos de tutores.

## **OBJETIVOS**

### **General**

Evaluar la calidad de la fruta de pitahaya roja (*Hylocereus undatus*) en diferentes estados de madurez cultivada en tres tipos de tutores, en el cantón La Joya de los Sachas, provincia de Orellana.

### **Específicos**

- Evaluar los períodos de brotación, floración, fructificación y cosecha de fruta de pitahaya roja, cultivada en tres tipos de tutores.
- Describir las características físico-químicas en los diferentes estados de desarrollo de la fruta de pitahaya roja, para determinar el estado de madurez más adecuado para su comercialización.

## **HIPÓTESIS**

### **Hipótesis nula – H<sub>0</sub>**

Los tipos de tutores no influyen en los estados fenológicos de fruta de pitahaya roja.  
Los estados de madurez no influyen en la calidad de la fruta de pitahaya roja.

### **Hipótesis alterna – H<sub>1</sub>**

Los tipos de tutores influyen en los estados fenológicos de fruta de pitahaya roja  
Los estados de madurez influyen en la calidad de la fruta de pitahaya roja.

## **OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES**

### **Variables dependientes – Objetivo 1**

- Diámetro del fruto
- Longitud del fruto
- Días transcurridos

### **Variable dependiente – Objetivo 2**

- Peso de fruto
- Diámetro de fruto
- Longitud de fruto
- Firmeza del fruto
- Firmeza de la pulpa
- Peso de la pulpa
- Peso de cáscara
- pH
- Brix
- Acidez titulable

### **Variable independiente objetivo 1 y 2.**

- Tutor vivo
- Tutor inerte

## CAPÍTULO I

### 1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

#### 1.1. Antecedentes

El cultivo de Pitahaya Roja es nuevo en el Ecuador, fue introducido por la misión Taiwán que promocionó y brindó apoyo a pequeños agricultores para que siembren esta fruta, sin embargo, la producción de pitahaya roja en el país es muy reducida, como consecuencia no se han realizado estudios para el desarrollo y la producción de la pitahaya roja (Vera Sevillano, 2016, pp. 50-58).

En la provincia de Orellana, cantón La Joya de los Sachas los productores cultivan la pitahaya en tutores vivos e inertes; sin embargo, la información generada alrededor de este cultivo con estas tecnologías de producción es escasa, debido principalmente a que es un cultivo relativamente nuevo en la localidad. Por lo tanto, conocer la fenología e índices de madurez es importante para determinar la duración de la fase reproductiva y el punto de corte adecuado para que la fruta pueda ser comercializada a un precio justo en mercados nacionales e internacionales.

#### 1.2. Marco conceptual

##### 1.2.1. Origen

El origen de *Hylocereus spp.* son los bosques tropicales y subtropicales de Centro y Sudamérica. Desde su centro de origen la pitahaya se ha dispersado hacia América tropical y subtropical, Asia, Australia y el Medio Oriente, siendo *H. undatus* la especie más cosmopolita (Gunaseena, Pushpakumara y Kariyawasam, 2007, p.112).

##### 1.2.2. Importancia de la Pitahaya roja

Son un importante recurso genético vegetal nativo de América, con amplia distribución y variación; donde la importancia y el potencial de la pitahaya radican en su gran variabilidad genética, su adaptabilidad a condiciones ambientales diversas, sus múltiples usos, sus posibilidades de industrialización, su rentabilidad y su demanda en el mercado regional e internacional por sus atributos nutricionales (Magaña B. et al., 2006, pp. 52-57).

El fruto de la pitahaya es muy apreciado por sus múltiples usos; por ejemplo, como decoración tanto en platos gourmet y en pastelería y en la industria para elaboración de yogur, zampaos entre otros, además se la consume en fresco o procesada de tal manera que se ha ganado popularidad con los productores y los consumidores (Olvera Gonzalez, Orellana Cevallos y Segarra Vera, 2013, p.99).

### ***1.2.3. Mercado nacional e internacional***

A nivel internacional la fruta de pitahaya roja es de mayor demanda ya que se han buscado alternativas para la extracción de colorantes y pectinas contenidos en la cáscara (Magaña B. et al., 2006, pp.52-57).

Muñoz Suquilanda (2018, p.6), señala que la producción de la pitahaya a nivel mundial es aproximadamente 10 345 hectáreas y la oferta de la fruta mundialmente no solo se refleja en América latina como Nicaragua, Colombia, Ecuador y México, sino que también en países asiáticos con la mayor producción Vietnam y Tailandia.

El INEC (2016), menciona que la producción nacional de pitahaya fue aproximadamente de 165,50 ha, mientras que la superficie cosechada alcanzó las 110 hectáreas, con una producción que alcanzó 136 toneladas métricas, siendo la provincia de Pichincha la que mayor producción obtuvo, seguida de Morona Santiago, pero de pitahaya amarilla. Es importante indicar que no existe una fuente oficial donde nos indique cuál es la superficie sembrada de pitahaya roja.

### ***1.2.4. Condiciones climáticas***

Los requerimientos climáticos de pitahaya roja se describen a continuación:

#### ***1.2.4.1. Temperatura***

La pitahaya crece adecuadamente en temperaturas comprendidas entre 28 y 30°C, aunque resiste temperaturas de hasta 45°C, no obstante, a temperaturas superiores de 38°C pueden originar daños por quemaduras y dificultar el cuajado de las flores; no tolera temperaturas inferiores a los 4°C porque se forman lesiones redondas en los tallos que desaparecen cuando la temperatura aumenta (Sotomayor Correa et al., 2019: pp.89-96).

#### ***1.2.4.2. Radiación***

La planta crece en lugares sombreados, debido a que la exposición prolongada a la radiación solar directa produce quemaduras en las cladodios que con el tiempo pueden podrirse; por esta razón se recomienda que la exposición a la luz natural o artificial sea parcial; es decir, se debe procurar que la pitahaya tenga un 30% al 40%, dependiendo de las condiciones climáticas y las especies que se utilicen para ese fin (Méndez Hernández y Coello Torres, 2016, p.19).

#### *1.2.4.3. Necesidades hídricas*

La pitahaya requiere de 200 a 100 mm de agua anualmente, sin embargo, esta cactácea tolera largos períodos de sequía, pero no acumulaciones de agua; durante la floración requiere lluvias porque una elevada precipitación provoca la caída de flores es decir para estimular la formación de yemas florales se requiere de un periodo seco mínimo de un mes (Magraner Mifsud, 2020b, p.18). Sin embargo, la pitahaya (*Hylocereus undatus*) demanda una cantidad mínima de agua y se logra adaptar a tipos diversos de suelo (Mizrahi et al., 2007, pp.216-222)

#### *1.2.4.4. Viento*

Estas plantas debido a su rusticidad soportan vientos fuertes, en países como su lugar de origen, en diversas épocas del año los fuertes vientos o huracanes dañan las estructuras sobre las que se soportan y el cultivo; así mismo, cuando los vientos y la humedad relativa 50% exceda y pueda afectar la floración, fecundación y cuajado de los frutos, porque se disminuye la receptividad del estigma y viabilidad del polen (Magraner Mifsud, 2020; Huachi et al., 2015).

#### **1.2.5. Condiciones edáficas**

Los requerimientos edáficos del cultivo de pitahaya (*Hylocereus undatus*) son:

##### *1.2.5.1. Suelo*

El óptimo desarrollo de la pitahaya se genera en los suelos franco-arenosos y francos, debidamente con un adecuado drenaje interno para prevenir encharcamientos y con suficiente materia orgánica; por lo general los suelos que contienen una textura gruesa permiten brindar la fácil penetración de las raíces con una buena aireación, sin embargo se puede utilizar el suelo de gravilla con la condición de que se mejore la fertilidad con ayuda de materia orgánica rica y derivada de abonos vegetales y animales (Rebolledo et al., 2009, p.10).

##### *1.2.5.2. pH del suelo*

Castillo Martínez et al. (1996, pp.183-194), recomiendan que el ideal intervalo de pH del suelo recomendable para la pitahaya es de 5.3 a 6.7, porque en esta amplitud hay una gran disponibilidad de nutrientes y actividad microbiana, lo cual brinda beneficio a la planta, sobretodo antes de realizar la siembra de las plantas de pitahaya es necesario e importante realizar un análisis del suelo para determinar la presencia de nematodos, porque de existir, es indispensable agregar

materia orgánica ya que es la forma idónea para reducir sus poblaciones.

#### *1.2.5.3. Riego*

Sin lugar a duda la pitahaya como cactácea tropical que es presenta su necesidad de agua de manera adicional al régimen local de lluvias lo cual es mínima, por ende, depende de la cantidad presente en el año, de igual manera no suele ser superior a los 3 litros por planta, tres veces a la semana durante el ciclo vegetativo y 5 litros durante el periodo productivo, sobre todo que la humedad excesiva puede favorecer al ataque de bacteriosis (Agrocabildo, 2012, p.1-8).

#### *1.2.6. Sistema de soporte (Estructura de apoyo)*

Como soporte para la pitahaya pueden ser de poste vivo y poste inerte (concreto, estructuras metálicas o de PVC) (Cáliz de Dios y Castillo Martínez, 2000, p.8).

Los tutores vivos muestran ventajas económicas y técnicas, frente a los tutores muertos, que son más costosos y se deterioran por efecto del clima (INIAP, 2020, p.20)

##### *1.2.6.1. Características a considerarse para ser considerado como tutor vivo.*

Según López Díaz & Miranda (2015, pp.67-76), estos tutores reúnen las características para soportar el peso, facilitar el desarrollo y anclaje de la planta de pitahaya. Las características principales que debe poseer un tutor vivo son:

- Capacidad de enraizamiento en poco tiempo.
- Crecer con facilidad y en pocos años.
- Corteza suave y esponjosa, para que las raíces adventicias de la pitahaya se adhieran con cierta facilidad.
- Tolerancia al ataque de plagas y enfermedades.
- No ser hospederos de plagas y enfermedades que ataquen a la pitahaya.
- Rápida capacidad de rebrote después de las podas.
- Las ramas no deben ser quebradizas.

##### *1.2.6.1.1. Erythrina spp.*

Es una leguminosa por lo que su madera es utilizado como leña, pero no es idónea para la carpintería, esta especie tiende a presentar un crecimiento rápido, por ende, cuando se utiliza como

tutores en el cultivo de pitahaya, se debe realizar podas de manera frecuente para que no haya exceso de sombra; es caducifolio por un periodo mínimo entre los meses de abril y mayo, mediante un bajo régimen de poda no pierden de manera total su follaje; por ende las características de medidas que debe poseer este tutor es de 1.8 m de longitud y de 7 a 10 cm mínimo de diámetro (Cáliz de Dios y Castillo Martínez, 2000, p.13).

#### *1.2.6.1.2. Hobo (Spondias mombin L.)*

Es un frutal conocido como jocote o ciruela, sus estacas cortadas y plantadas enraízan de manera inmediata, por lo cual lo utilizan para formar cercas vivas; su corteza es adecuada para la penetración de las raíces adventicias de la pitahaya, aunque durante una cierta época donde bota sus hojas, la pitahaya puede sufrir daños por el excesivo sol, además en la época de producción de frutos de pitahaya, la ciruela tiene mucho follaje y logra perjudicar la producción; para la siembra de este tutor las características de medida que debe poseer es de 1.3 m de longitud y 10 cm mínimo de diámetro (Cáliz de Dios y Castillo Martínez, 2000, p.14).

#### *1.2.6.2. Características a considerarse de los tutores inertes*

Para (Delgado Gutiérrez 2015), los tutores inertes pueden ser de madera, piedra, cantera, postes de concreto.

A continuación, las características de los tutores inertes:

- Una vida útil similar o mayor a la vida productiva del cultivo.
- Resistencia para soportar el peso de la vegetación de la planta.
- Las raíces adventicias de la planta se adhieren sin dificultad.

#### *1.2.6.2.1. Tutor inerte (poste de concreto)*

Los agujeros deben tener la medida de 40 cm de ancho por 50 cm de profundidad; se recomienda que los últimos 25 cm de profundidad tengan un ancho que el tutor quede ajustado y los 25 de arriba de 40cm de ancho para un buen desarrollo del sistema radicular (Díaz, 2015, p.6).

#### **1.2.7. Estados fenológicos del cultivo de Pitahaya**

La duración de las fases fenológicas y período de producción varía según la especie de pitahaya, las condiciones climáticas y edáficas de los lugares donde se cultiva, el manejo agronómico de la

plantación y otros factores ambientales y genéticos (Urbaez et al., 2015, p.9).

Estudios realizados en el Sudeste de Brasil concluyen que la estacionalidad de la floración está vinculada al aumento de la temperatura y el déficit hídrico; además aclaran que el máximo de la floración ocurre cuando hay mayor disponibilidad de agua en el suelo (Gómez, 2010, p.2).

En el cultivo de pitahaya se identifican 7 estadios principales de crecimiento claramente reconocibles, incluyendo el desarrollo de la yema vegetativa (estadio 0), el desarrollo del brote (estadio 3), el desarrollo del órgano de propagación vegetativa (estadio 4), el desarrollo reproductivo (estadio 5), la floración (estadio 6), el desarrollo del fruto (estadio 7) y la maduración del fruto (estadio 8). Las siete etapas principales de crecimiento se dividieron a su vez en 10 etapas secundarias (0-9), que corresponden a fases intermedias de desarrollo vinculadas a estados específicos que representan estados cualitativamente diferentes o valores porcentuales de crecimiento dentro de cada estado principal (Kishore, 2016: pp.2-3).

#### ***1.2.8. Fenología reproductiva***

Según (Castillo-Martínez, Livera-Muñoz y Márquez-Guzmán 2005), el inicio reproductivo de la pitahaya se manifiesta mediante el hinchamiento de ciertos puntos a lo largo de las areolas de los tallos, donde se localizan las espinas, a partir de los cuales se desarrollan las yemas reproductivas. Después de la emergencia, los brotes se desarrollan rápidamente hasta llegar a las antesis, donde las flores pierden el perianto; a partir de esta frase transcurren de forma aproximada cinco o seis días para que se presente el amarre de fruto e inicie su desarrollo.

En las pitahayas cultivadas, la etapa reproductiva (desarrollo de flores y frutos), puede ocurrir desde el primer año. El número de flores y por consiguiente de frutos es muy reducido al principio, pero durante los siguientes años, la producción aumenta paulatinamente, hasta estabilizarse entre los seis y siete años (Cáliz de Dios, Castillo Martínez y Caamal Canché, 2014, pp.123-132).

Teóricamente el ciclo reproductivo dura aproximadamente 125 días, durante los cuales pueden darse de 4 a 5 ciclos de floración, por causas nutrimentales o climáticas (Sabino López, 2010, p.22).

#### ***1.2.9. Floración***

Es importante conocer los ciclos de floración de la planta, esto permite al productor programar su período de corte o cosecha de una forma adecuada.

En una misma planta pueden coincidir en un momento determinado varias fases de desarrollo: frutas maduras, frutas con 12 a 20 días de desarrollo, flores a punto de abrirse, flores con dos días después de la floración y yemas florales recién iniciadas (García, 2003, p.10).

Teóricamente pueden darse de 7 a 9 ciclos de floración, pero en la práctica solo se dan de 5 a 6, ya que algunos no llegan a darse o son muy débiles, por causas nutricionales o climáticas. Algunos

agricultores opinan que el hecho de dejar madurar el fruto totalmente en la planta ocasiona retraso en la aparición de una nueva floración. También es importante saber que la aplicación de riego durante la época seca no provoca floración y solo el aporte de agua en los días próximos a la temporada lluviosa parece tener una respuesta positiva, ya que aparentemente el proceso de floración está en dependencia del fotoperiodo. El derrame de flores es un fenómeno importante y se desconocen sus causas; aplicaciones de fertilizantes foliares o urea foliar parecen reducirlo (Magraner Mifsud, 2020, pp.37-41).

Muchas de las especies de pitahaya requieren de agentes externos que realicen la polinización cruzada, pero dado que solo abren en una sola noche se necesita de agentes que sean altamente efectivos en la polinización. Aunque las hormigas y las abejas participan en estas acciones, su eficiencia es muy baja (Magraner Mifsud, 2020a, p.16).

#### **1.2.10. Fructificación**

El fruto de la pitahaya toma su color al madurar, tiene forma ovalada, puede tener espinas por fuera y existen tres variedades: amarilla por fuera y pulpa blanca con semillas por dentro, roja por fuera y pulpa blanca o pulpa roja con semillas por dentro. Es muy aromática y su sabor es muy dulce y agradable (Andrade y Ruano, 2016, pp.29-30).

Las especies del género *Hylocereus* se suelen diferenciar por las características morfológicas de su fructificación, color de pulpa, areola y número y forma de espinas. En este caso, los frutos de *H. Undatus* se caracterizan por presentar generalmente largas escamas, piel roja y pulpa blanca (Ramos Estay, 2018, pp.2-3).

#### **1.2.11. Características del fruto**

“Los frutos son de tamaño medio a grande, de forma ovalada con un delicado sabor dulce en su pulpa, la cual contiene abundantes semillas comestibles” (Ramos Estay, 2018, p.2). Su fruto es de piel rojo-rosa y pulpa blanca, cubierto por bractéolas rojas y verdes en las puntas. La longitud y circunferencia promedio del fruto son de 11.3 a 14.2 y 25.5 a 29.1 cm, respectivamente (Esquivel y Araya Quesada, 2012, p.114).

Centurión-Yah et al. (2008b: p.2), afirmó que el fruto de pitahaya en México adquiere el tamaño mayor (463.7 g) a los 31 d después de anthesis (dda), con 8.2 cm de diámetro y 8.9 cm de longitud.

##### **1.2.11.1. Maduración del fruto**

La fruta de pitahaya aumenta proporcionalmente al desarrollo (maduración) del fruto, de igual manera aumenta el porcentaje de cáscara y pulpa, La pitahaya al llegar al estado de madurez

presenta una menor firmeza de pulpa y acidez titulable, pero mayor contenido de sólidos solubles y pH (Sotomayor Correa et al., 2019, p.93)

#### *1.2.11.2. Composición química del fruto de pitahaya*

La constitución química es muy amplia y varía significativamente. La característica más importante de los frutos de pitahaya es la presencia de pigmentos betalaínicos y esta se divide en betacianinas y betaxantina estos glucósidos o acilglucósidos de betanidina, forman a partir de ácido betalámico y ciclo-DOPA, mientras que las betaxantinas son efectos de condensación del ácido betalámico con aminas o aminoácidos. (Esquivel y Araya, 2012a: p.118).

La fruta de pitahaya contiene 20.5 mg de vitamina C por 100 g de fruta cruda, agua 87 g, proteína 1.1 g, carbohidratos 11.0 g, fibra 3 g vitamina B1 (tiamina) 0.04 mg, vitamina B2 (riboflavina) 0.05 mg, vitamina B3 (niacina) 0.16 mg, calcio (Ca) 8.5 mg, hierro (Fe) 1.9 mg, fósforo (P) 22.5 mg (3) (Esquivel y Araya, 2012b: p.118).

#### *1.2.12. Índices de madurez*

Los índices de madurez son parámetros importantes en el manejo poscosecha. Para determinar un índice de madurez es importante considerar las transformaciones físicas y químicas que se producen durante el desarrollo de los frutos. La relación entre los índices de madurez y la calidad de los frutos durante la poscosecha, permite establecer una madurez mínima aceptable, para la comercialización, la maduración de las pitahayas ocurre entre 40 y 45 d después de la floración, tiempo en que los frutos alcanzan el nivel máximo de sólidos solubles totales, que va de 13 a 16 grados Brix (Enciso et al., 2011, p.64). Las principales características utilizadas como índices de madurez son:

##### *1.2.12.1. Firmeza del fruto*

La firmeza de la pulpa disminuye mientras avanza la madurez del fruto, la firmeza de los frutos representa el 79 % de la consistencia inicial y la 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 (Centurión-Yah et al., 2008c: p.3).

##### *1.2.12.2. pH de la fruta*

El pH de la pitahaya roja generalmente se encuentra entre 4 y 5, la cáscara al ser parte del fruto

tiene un pH similar, siendo una medida cuantitativa de la acidez de una disolución, que se usa para simplificar expresiones complejas de la concentración de iones de hidrógeno (Enciso et al., 2011, p.66).

#### *1.2.12.3. Sólidos solubles (Brix)*

Los grados Brix proporcionan una medida objetiva de la concentración de azúcar disuelto en un producto y da la idea del nivel de dulzura del mismo. Se mide usando un refractómetro (Barreiro y Vera, 2017b: p.15).

#### *1.2.12.4. Acidez*

El grado de acidez indica el contenido en ácidos libres. Se establece mediante una estimación (volumetría) con un reactivo básico el resultado se expresa como el % del ácido predominante en el material evaluado (Barreiro y Vera, 2017a: p.14).

### **1.2.13. Producción**

La producción comienza a partir del segundo año de sembrado y al 5 año alcanza la máxima producción. El rendimiento promedio es de 10-12 toneladas por ha al tercer año. Sin embargo, plantaciones comerciales en Israel, Malasia y Taiwán producen entre 16-27 toneladas por hectárea. El buen manejo de la planta acompañado de un raleo de frutos mejora el calibre y el rendimiento. El peso promedio de los frutos es aproximadamente 350 g (Le Bellec, Vaillant y Imbert, 2006, p.239).

### **1.2.14. Cosecha**

La pitahaya roja es una fruta tropical, por lo que deben ser cosechados con niveles máximos de azúcar y acidez, dentro del tiempo de producción de frutos, la maduración no es continua, sino que ocurre a intervalos de aproximadamente 20 días dependiendo de floración, los frutos tienen que ser cosechados selectivamente. El índice de cosecha más usado es el cambio de color del fruto, la piel del fruto avanzada la madurez cambia desde verde a rojo, rosado o amarillo, cuatro o cinco días después, los frutos alcanzan su máxima coloración (Pushpakumara, Gunasena y Singh, 2007, pp.434-485).

## CAPÍTULO II

### 2. METODOLOGÍA

#### 2.1. Características del lugar

##### 2.1.1. *Localización de estudio*

El experimento se llevó a cabo en la finca PitaCastro perteneciente al Sr. Ciro Castro, ubicada a 30 min de la cabecera parroquial en el recinto El Oro, Cantón La Joya de los Sachas, Provincia de Orellana.

##### 2.1.2. *Ubicación geográfica*

El sitio experimental se encuentra situado en 20°27" N latitud y 87°40" E longitud, con una altitud de 250 m sobre el nivel medio del mar.

##### 2.1.3. *Características climáticas*

La región experimenta un clima tropical cálido y húmedo, con una pluviosidad anual de 3500 mm, una temperatura media anual de 25°C, una temperatura máxima media de 22°C, una temperatura mínima media de 40°C y una humedad relativa media de 90%. El clima de la región se caracteriza por un periodo relativamente largo de lluvias y un breve periodo de invierno suave.

##### 2.1.4. *Factores de estudio*

Los factores en estudio están comprendidos por los tres tutores, dos tutores vivos (Hobo y Erythrina) y un tutor inerte (poste de concreto).

##### 2.1.5. *Características de la unidad experimental*

La unidad experimental estuvo constituida por 9 plantas de pitahaya roja pulpa blanca, por tratamiento (T1: tutor hobo; T2: tutor Erythrina; T3: poste de concreto) (tres tutores) con tres réplicas, en total, es decir 36 unidades experimentales, en cada planta se seleccionaron cuatro botones florales, con un total de 324 botones florales.

### **2.1.6. Tratamientos**

Los tratamientos estuvieron conformados por los factores en estudio: 2 tutores vivos con Erythrina y hobo y un tutor inerte con postes de concreto.

### **2.1.7. Diseño experimental**

Objetivo 1 y 2: Diseño de bloques completamente al azar (DBCA), con tres tratamientos (Hobo, Erythrina y Postes de concreto) y tres repeticiones.

### **2.1.8. Análisis estadístico**

El Análisis de Varianza del estudio (objetivo 1 y 2) se planteó de acuerdo con el siguiente esquema (Tabla 1).

**Tabla 1-2:** Análisis de Varianza (ADEVA)

<b>Fuentes de variación</b>	<b>Grados de libertad (GL)</b>
Tratamientos	2
Repeticiones	2
Error	4
Total	8

Realizado por: Aguinda, M. 2021.

### **2.1.9. Análisis funcional**

Los análisis estadísticos se realizaron con el paquete estadístico Infostat versión 2015 (Di Rienzo et al., 2012). Los análisis de varianza se realizaron usando modelos lineales generales y mixtos. La diferencia entre medias de los tratamientos se realizó usando la diferencia mínima significativa Least Significance Differences (LSD) con nivel de significancia al 5%.

### **2.1.10. Técnicas**

#### **2.1.10.1. Manejo específico del experimento**

Para realizar el estudio fenológico y determinar los índices de madurez de fruta se utilizó un cultivo de pitahaya de 5 años de edad de la Finca PitaCastro, en el período de producción de abril

a julio 2021.

Los puntos muestrales se definieron al azar, en cada punto de muestreo se seleccionaron 9 plantas, y en cada planta se marcaron 4 botones florales, en total se identificaron 36 botones por tratamiento en las tres repeticiones dando un total de 324 botones. Los botones se etiquetaron con cinta roja, en la leyenda se colocó el número de brote la finalidad fue ir evaluando el crecimiento para esto se midió el diámetro y longitud de los botones con un calibrador digital marca Mitutoyo (modelo CD-6" CS) y posteriormente de los frutos. Esta evaluación al inicio se realizó cada 2 días y posteriormente todos los días a partir de las 8h00 am hasta las 14h00pm.

Después de la anthesis, aproximadamente a los 16 a 19 días cuando el fruto se encontró en estado 713 de la escala BBCH, tres frutos por tratamiento y repetición se cosecharon a las 7h30 am, los frutos fueron etiquetados y codificados y en un termo fueron trasladados al Laboratorio de Calidad de Alimentos para los análisis físico-químico, una vez en el laboratorio se tomó medida del diámetro y longitud de fruto con un calibrador digital marca Mitutoyo (modelo CD-6" CS), la firmeza de la fruta se determinó con un penetrómetro manual Force Gauge (modelo GY-4) con un puntal de 7,50 mm de diámetro. Luego se realizó dos lecturas en la parte ecuatorial del fruto y los resultados se expresaron en kilogramos fuerza (kg-f). Posteriormente, se separó la pulpa del endocarpio (cáscara) y se pesaron los dos componentes por separado; para esto se utilizó una balanza digital Citizen Scale (modelo CG 4102C) con precisión de 0,01 g y se registraron los resultados en kilogramos. Para medir los sólidos solubles, el pH y la acidez, se homogenizó la muestra en una licuadora convencional de tres frutos. Los sólidos solubles totales (°Bx) se midió utilizando el refractómetro digital marca Hanna Instruments (modelo Hi 96801); el pH se determinó mediante un potenciómetro (modelo PT-380) y la acidez titulable se realizó por titulación con Hidróxido de sodio al 0,1 % NaOH hasta que el pH llegue a 8,1 con una normalidad de 0.0983 y finalmente se codificó las pulpas sobrantes en fundas para los análisis respectivos.

## **2.2. Métodos de evaluación**

Para cumplir con el objetivo uno se siguió la metodología propuesta por (Kishore, 2016, p.3) donde se establece las etapas fenológicas de pitahaya roja según la escala BBCH. Los estadios fenológicos de crecimiento, desarrollo de las flores y fructificación fueron evaluados secuencialmente y fotografiados con una cámara digital con la finalidad de armar un collage de los procesos fenológicos de la pitahaya roja en la Amazonía ecuatoriana. A continuación, se detalla las fases:

### **2.2.1. Desarrollo reproductivo**

Esta fase comprende desde 510 con la aparición de la yema reproductora; 511 comienzo de la

expansión de la yema reproductiva, 513 fin del engrosamiento de la yema reproductora, 514 comienzo de la elongación de la yema, 515 elongación de las yemas reproductoras, 517 comienzo de la elongación del tubo floral, 518 elongación del tubo floral, 519 fin de la elongación de la yema floral y formación de una bola hueca (Kishore, 2016a, p.5).

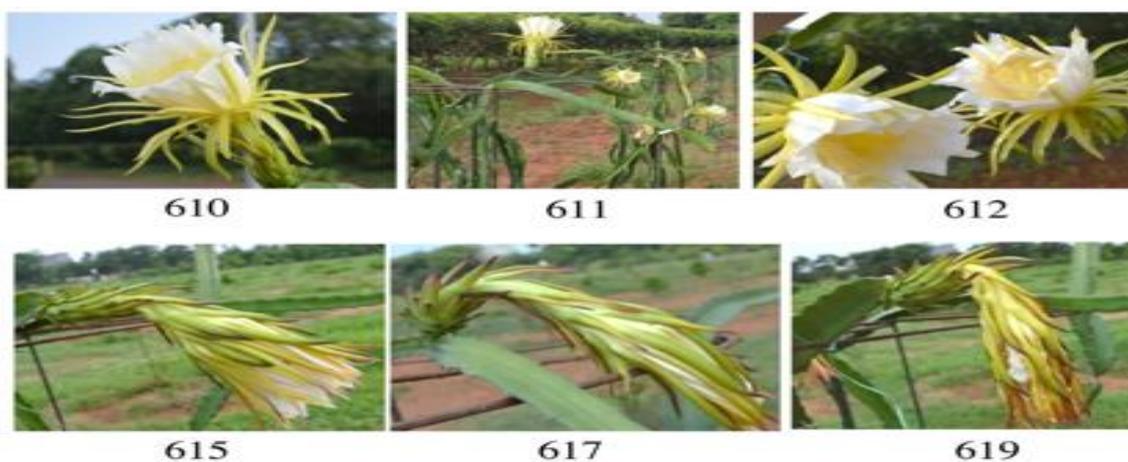


**Figura 1-2.** Ilustración del desarrollo reproductivo de la fruta de pitahaya roja

Fuente: (Kishore, 2016b, p.5).

### 2.2.2. Floración

Esta fase comprende desde 610 con la apertura de las primeras flores; 611 10% de flores abiertas, 612 20% de flores abiertas, 615 polinización completada y caída de la flor, 617 desvanecimiento de la flor y 619 fin de la floración (Kishore, 2016c, p.5).



**Figura 2-2.** Ilustración de la floración de la fruta de pitahaya roja

Fuente: (Kishore, 2016d, p.5).

### 2.2.3. Desarrollo del fruto

Esta fase comprende desde 711 con el cuajado del fruto, el ovario comienza a hincharse; 713 30% del tamaño final del fruto; 715 50% del tamaño final del fruto; 717 70% del tamaño final del fruto y 719 90% del tamaño final del fruto (Kishore, 2016a, p.6).



**Figura 3-2.** Ilustración del desarrollo de la fruta de pitahaya roja

Fuente: (Kishore, 2016b, p.6).

### 2.2.4. Maduración del fruto

Esta fase comprende el inicio de 811 con la maduración del fruto, 813 desarrollo avanzado del color, 815 maduración avanzada, 817 frutos maduros para la recolección y 819 fruto sobre maduro (Kishore 2016; Hua et al. 2018).

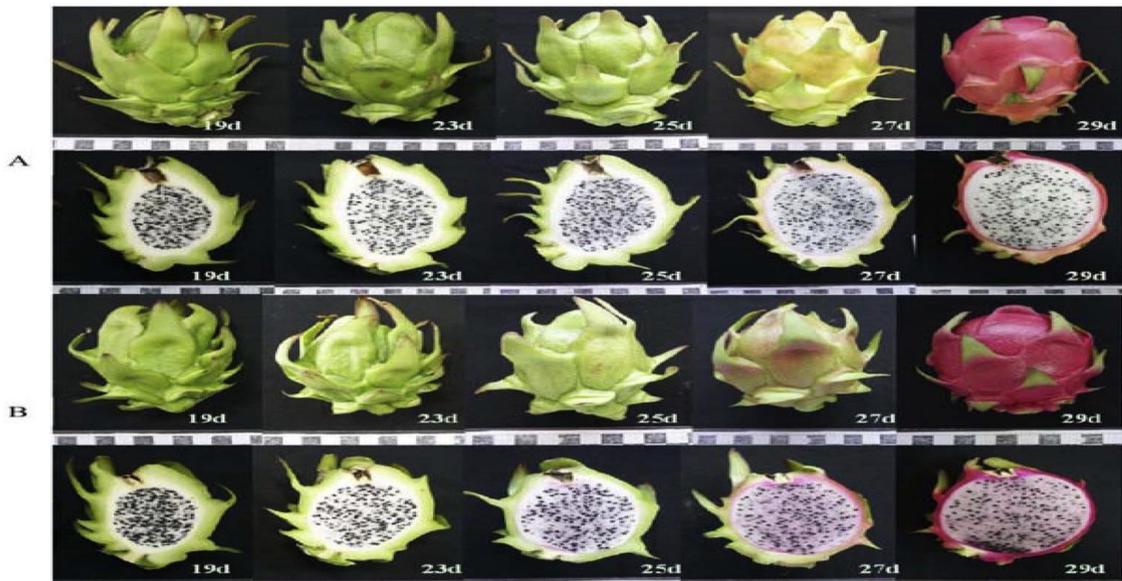


**Figura 4-2.** Ilustración sobre la maduración de la fruta de pitahaya roja

Fuente: (Kishore, 2016c, p.6)

Para cumplir con el segundo objetivo que es la evaluación de los índices de madurez de la fruta de pitahaya se cosecharon frutos de pitahaya en diferentes grados de madurez (19, 23, 26, 28, 30, 32, 34, 36, 38, 40 y 42 días después de la antesis) para esto se siguió la metodología planteada por (Kishore, 2016, p.2) (Figura 5 y 4).

Para los parámetros: rendimiento cáscara/pulpa, sólidos solubles, acidez y pH se realizó la mediación en 3 frutos a partir del día 19 hasta que el 100 % de fruto este totalmente rojo.



**Figura 5-2.** Ilustración del crecimiento de la fruta de pitahaya roja

Fuente: (Hua et al. 2018)

### 2.3. Materiales

Los materiales de campo que se utilizaron en esta investigación son:

**Tabla 2-2:** Materiales de campo

<b>Materiales</b>	<b>Campo</b>	<b>Rubro</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>
		Mascarillas quirúrgicas 50 unid	Caja	1
		Esferos	Unidad	3
		Marcador permanente	Unidad	2
		Libro de campo	Unidad	250
		Tijeras de podar	Unidad	1
		Guantes de jardinería	Pares	3
		Cinta de agua	Unidad	1
		Calibrador digital Mitutoyo (modelo CD-6" CS)	Unidad	1

Realizado por: Aguinda, M. 2021.

Los equipos de laboratorio que se utilizaron en esta investigación son:

**Tabla 3-2:** Equipos de laboratorio

<b>Equipos</b>	<b>Laboratorio</b>	<b>Rubro</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>
		Balanza digital Citizen Scale (modelo CG 4102C)	Unidad	1
		Licuada convencional	Unidad	1
		Potenciómetro (modelo PT-380)	Unidad	1
		Refractómetro Hanna Instruments (modelo Hi 96801)	Unidad	1
		Penetrómetro manual Force Gauge (modelo GY-4)	Unidad	1
		Hidróxido de sodio al 0,1 % NaOH	ml	260
		Cinta de injerto	Unidad	1
		Vaso de precipitación de 300 ml	Unidad	27
		Probeta de 100 ml	Unidad	9
		Soporte de pinza	Unidad	1
		Bureta	Unidad	1
		Frasco lavador	Unidad	1
		Agitador	Unidad	1
		Imán de agitador	Unidad	2
		Guantes quirúrgicos	Par	11
		Tabla de picar	Unidad	1
		Cuchillo	Unidad	1
Agua destilada	ml	150		

Realizado por: Aguinda, M. 2021.

Los equipos de escritorio que se utilizaron en esta investigación son:

**Tabla 4-2:** Equipos de escritorio

<b>Equipos</b>	<b>Escritorio</b>	<b>Rubro</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>
		Laptop	Unidad	1
		Impresora	Unidad	1
		Celular	Unidad	1
		USB	Unidad	1

**Realizado por:** Aguinda, M. 2021.

## CAPÍTULO III

### 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 3.1. Evaluación de los períodos de brotación, floración, fructificación y cosecha de fruta de pitahaya roja, cultivada en tres tipos de tutores

Se realizó un análisis univariado para el diámetro y longitud en el período de brotación. La Tabla 1-3 muestra la significación para efectos principales e interacciones. El análisis mostró que hubo efecto altamente significativo en los estados de formación ( $p < 0.0001$ ) y no se encontró significancia entre tratamientos ( $p=0.3470$ ) y ningún efecto interactivo entre los tratamientos y los estados en esta fase ( $p = 0.9889$ ).

**Tabla 1-3:** Efectos principales y de interacción para la fase de desarrollo reproductivo determinado para cada factor: Tratamiento y Estado 5

Tratamiento	Diámetro (mm)	Longitud (mm)
Estado	**	**
Tratamiento	NS	NS
Estado x tratamiento	NS	NS

NS not significant; \*\* significant at  $p \leq 0.01$ .

Fuente: Infostat versión 2015.

Realizado por: Aguinda, M. 2021.

El efecto principal para los estados mostró que el diámetro y longitud del botón se incrementó a medida que iba creciendo, en el estado (510) su diámetro y longitud fue de 4.80 y 4.44 mm, respectivamente; y en el último estado (519) el diámetro y longitud fue de 54.19 y 308.00 mm, respectivamente (Tabla 2-3).

Se reportan los valores medios. Dentro de una columna y dentro de un factor dado, las medias seguidas por la misma letra no son estadísticamente diferentes ( $\alpha = 0.1$ ).

**Tabla 2-3:** Valores medios de diámetro y longitud (mm) determinados para el factor: Estado 5

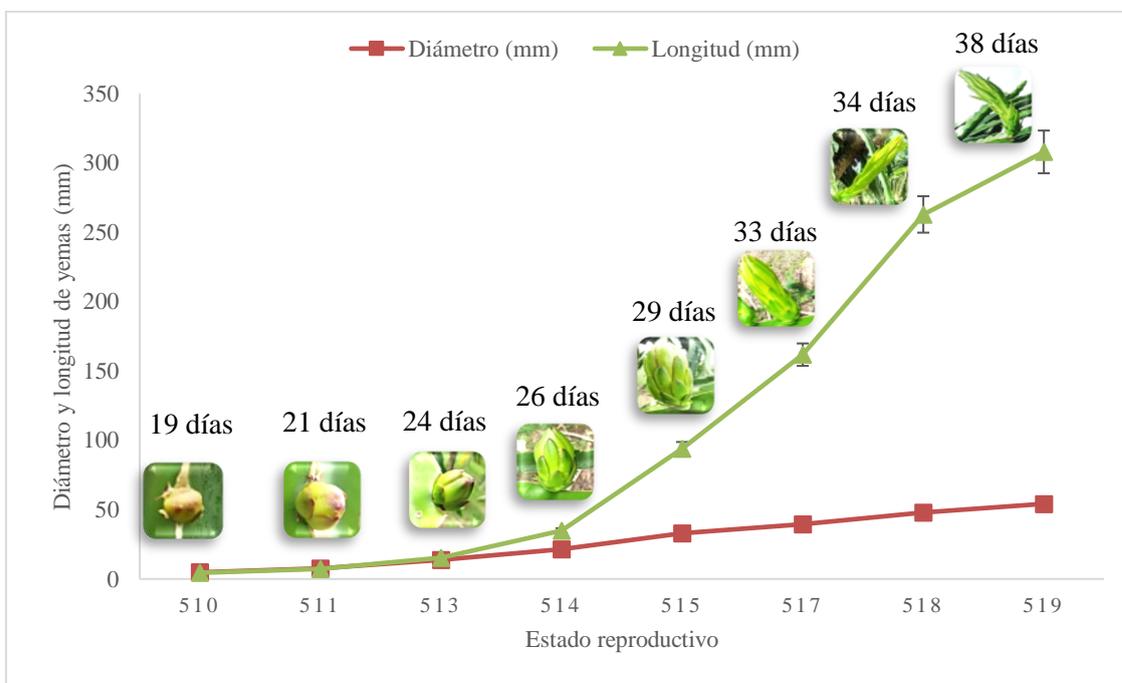
Estado	Diámetro (mm)	Longitud (mm)
519	54.19 a	308.00 a
518	47.98 b	262.89 b
517	39.57 c	161.76 c
515	32.90 d	94.09 d
514	21.58 e	34.90 e

513	13.84 f	15.32 f
511	7.56 g	7.34 fg
510	4.80 h	4.44 g

Fuente: Infostat versión 2015.

Realizado por: Aguinda, M. 2021.

El tiempo que transcurrió desde que se identificó la yema hasta que se pudo visualizar la yema reproductiva fue de 19 días de allí transcurrió cinco días para que se finalice el proceso de engrosamiento de la yema e inicie la elongación de la yema (dura cinco días). A los cuatro días después de finalizada la elongación de la yema inicia la elongación del tubo floral y finaliza a los cinco días. Esta fase de crecimiento reproductivo de la pitahaya roja en la localidad fue de 38 días y no hubo influencia del tutor (Gráfico 1-3).



**Gráfico 1-3.** Estado 5 del desarrollo reproductivo de la fruta de pitahaya roja

Realizado por: Aguinda, M. 2021.

Transcurrió un día para que el tubo floral se elongue, después de un día se produce la apertura de la flor e inmediatamente la flor empieza a doblarse siendo este el síntoma de que la fase de polinización ha finalizado. Cuatro días después la flor cae completamente y empieza a secarse. Esta etapa duró 4 días y fue similar en todos los tutores (Gráfico 2-3).



**Gráfico 2-3.** Estado 6 de la floración de la fruta de pitahaya roja

**Realizado por:** Aguinda, M. 2021.

Se realizó un análisis univariado para el diámetro y longitud en el período de fructificación. La Tabla 3-3 muestra la significación para efectos principales e interacciones. El análisis mostró que hubo efecto altamente significativo en los estados de formación ( $p < 0.0001$ ) y no se encontró significancia entre tratamientos ( $p=0.0827$ ) y ningún efecto interactivo entre los tratamientos y los estados en esta fase ( $p = 0.6785$ ).

**Tabla 3-3:** Efectos principales y de interacción para la fase de desarrollo reproductivo determinado para cada factor: Tratamiento y Estado 7

Tratamiento	Diámetro (mm)	Longitud (mm)
Estado	NS	NS
Tratamiento	NS	NS
Estado x tratamiento	NS	NS

NS not significant; \*\* significant at  $p \leq 0.01$ .

**Fuente:** Infostat versión 2015.

**Realizado por:** Aguinda, M. 2021.

El efecto principal para los estados del desarrollo de la fruta de pitahaya roja, mostró que el diámetro y longitud del fruto se incrementó exponencialmente. En el día 44 se observó que la flor se cae completamente y queda libre el fruto para continuar con su crecimiento; diámetro y longitud en esta etapa fue de 46.11 y 69.17 mm, respectivamente; y, en el día 68 el diámetro y longitud fue de 82.16 y 114.23 mm, respectivamente (Tabla 4-3).

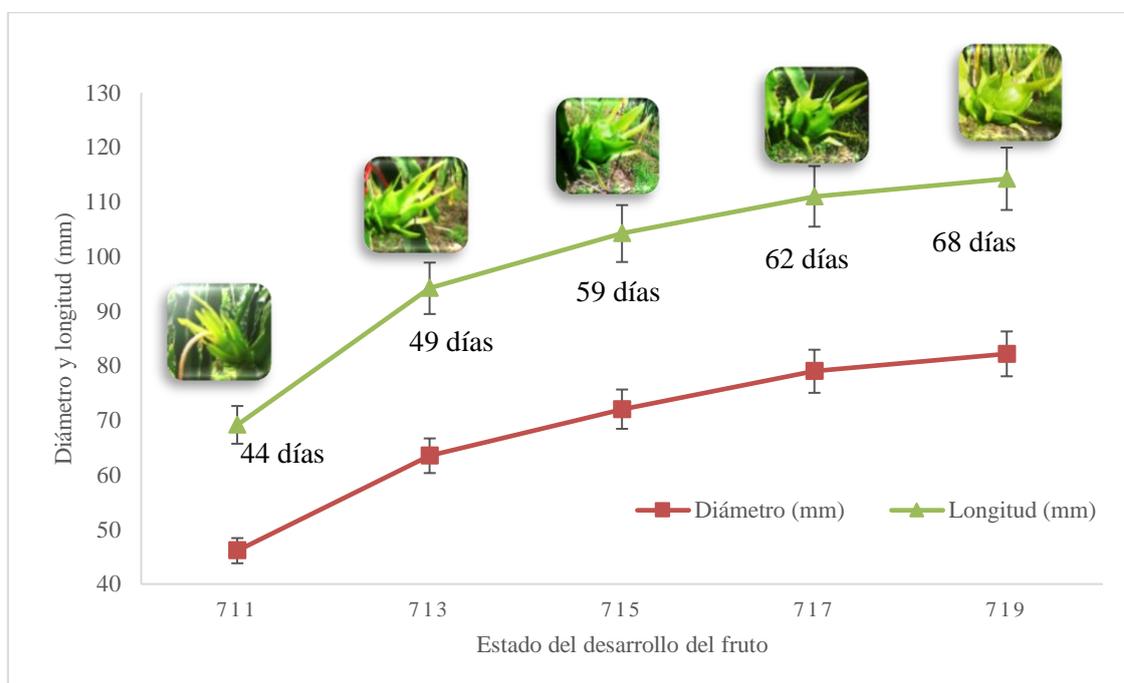
Se reportan los valores medios. Dentro de una columna y dentro de un factor dado, las medias seguidas por la misma letra no son estadísticamente diferentes (alfa = 0.1) (Tabla 4-3).

**Tabla 4-3:** Valores medios de diámetro y longitud (mm) determinados para el factor: Estado 7

Estados	Diámetro (mm)	Longitud (mm)
719	82.16 a	114.23 a
717	78.97 b	111.01 a
715	72.03 c	104.20 b
713	63.50 d	94.17 c
711	46.11 e	69.17 d

Realizado por: Aguinda, M. 2021.

A los 44 días se finaliza la fase de floración, en esta etapa el color de las semillas es de color marrón, el crecimiento del fruto fue lento hasta llegar alcanzar su tamaño final. Esta fase de desarrollo de la fruta de pitahaya roja en la localidad fue de 68 días y no hubo influencia del tutor (Gráfico 3-3).



**Gráfico 3-3.** Estado 7 del desarrollo de la fruta de pitahaya roja en relación con su diámetro y longitud

Realizado por: Aguinda, M. 2021.

Se realizó un análisis univariado para el diámetro y longitud en el período de maduración y cosecha del fruto. La Tabla 5-3 muestra la significación para efectos principales e interacciones. Para el diámetro de fruta el análisis mostró que hubo efecto altamente significativo entre tratamientos ( $p < 0.0001$ ) y significativo para estados ( $p=0.0001$ ). Para la longitud del fruto el análisis determinó que existe diferencias significativas para estados ( $p=0.0028$ ) y tratamientos ( $p=0.0080$ ). Y ningún efecto interactivo entre los tratamientos y los estados, diámetro ( $p = 0.9010$ ) y longitud ( $p = 0.8958$ ).

**Tabla 5-3.** Efectos principales y de interacción para la fase de desarrollo reproductivo determinado para cada factor: Tratamiento y Estado 8

Tratamiento	Diámetro (mm)	Longitud (mm)
Estado	*	*
Tratamiento	**	*
Estado x tratamiento	NS	NS

NS not significant; \*\* significant at  $p \leq 0.01$ .

Fuente: Infostat versión 2015.

Realizado por: Aguinda, M. 2021.

En la fase de crecimiento de la fruta de pitahaya roja, el diámetro y longitud del fruto fue mayor en las plantas que se cultivaron con tutores de concreto 88.77 y 120.07 mm., en relación a los frutos que fueron cultivados en plantas en tutores vivos (*Spondias mombin L.* y *Erythrina spp.*). Se reportan los valores medios. Dentro de una columna y dentro de un factor dado, las medias seguidas por la misma letra no son estadísticamente diferentes ( $\alpha = 0.1$ ) (Tabla 6-3).

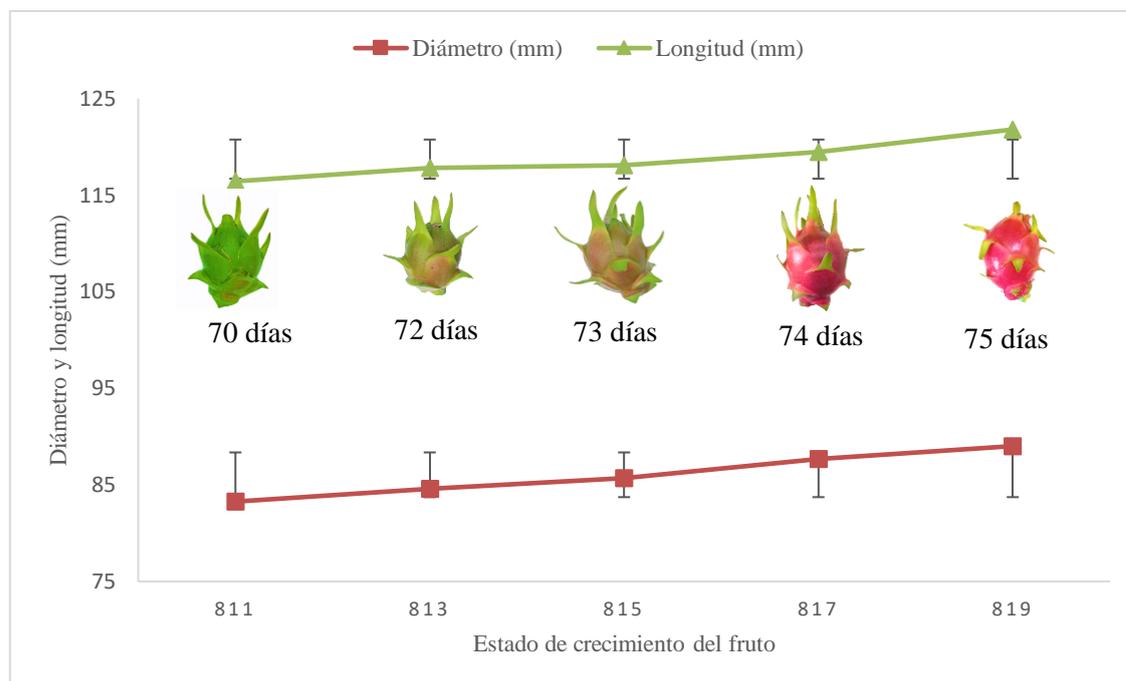
**Tabla 6-3.** Valores medios de diámetro y longitud (mm) determinados para el factor: Tratamiento y Estado 8

Tratamientos	Estados	Diámetro (mm)	Longitud (mm)
	819	89.01 a	121.79 a
	817	87.68 ab	119.45 ab
	815	85.68 bc	118.11 bc
	813	84.58 c	117.83 bc
	811	83.27 c	116.42 c
Tutor Hobo		83.95 a	119.37 a
Tutor Erythrina		85.41 b	116.72 a
Tutor Concreto		88.77 b	120.07 b

Fuente: Infostat versión 2015.

Realizado por: Aguinda, M. 2021.

A los 70 días la fruta de pitahaya roja ya alcanza el 90% de su tamaño final y de allí transcurren 5 días más para que la fruta se encuentre en madurez de consumo (Gráfico 4-3).



**Gráfico 4-3.** Estado 8 del crecimiento de la fruta de pitahaya roja en relación con su diámetro y longitud

**Realizado por:** Aguinda, M. 2021.

Los cambios visuales que se producen en el desarrollo y la maduración de la fruta, se puede observar alteraciones que marcan las etapas de maduración de los frutos (Gráfico 5-3). A los 24 (719) días de la antesis las semillas se han formado completamente y se observa signos casi imperceptibles de pigmentación en la parte interna de la cáscara. A los 26 días (811) de la antesis, la parte interna de la piel se pigmenta completamente, formando un anillo de color rosa alrededor de la pulpa, cuando se corta el fruto transversalmente. Esta coloración se expande a la corteza (capas externas) y después de 2 días (28 días-813) se completa la pigmentación del pericarpio, alcanzando la mayor intensidad de color rosa en la corteza a los 31 días.



**Gráfico 5-3.** Estadios de maduración de la fruta de pitahaya roja a 49, 59, 62, 68, 70, 72, 73, 74 y 75 días después de la antesis.

**Realizado por:** Aguinda, M. 2021.

En base a la fenología reproductiva del cultivo de pitahaya en este estudio no fue afectada por el tutor en el que se encontraba cultivada. Esto es corroborado por (INIAP 2020), quienes sugieren el uso de tutores vivos (*Spondias mombin L.* y *Erythrina spp.*) para el cultivo de pitahaya. Además, señalan que los tutores vivos disminuyen los costos de producción, reducen la incidencia de plagas, debido a que en las parcelas existen otras fuentes de alimentación y no causan daño a los cladodios, botones florales, flores y frutos en diferentes estados de desarrollo; y, porque su biomasa puede ser incorporada al suelo como un abono verde.

### **3.2. Características físico-químicos en los diferentes estados de desarrollo de la fruta de pitahaya roja, para conocer su calidad**

#### **3.2.1. Desarrollo del fruto**

Se realizó un análisis univariado para peso del fruto, peso de cáscara, peso de pulpa, longitud de fruto, diámetros de fruto, firmeza de cáscara, firmeza de pulpa, pH, sólidos solubles y acidez titulable. La Tabla 7-3 muestra la significación para efectos principales e interacciones. El análisis mostró que hubo efecto altamente significativo entre los estados de desarrollo del fruto ( $p < 0.0001$ ) tanto en las variables físicas y químicas. No existió significancia entre tratamientos y ningún efecto interactivo entre los tratamientos y los estados en esta fase para las variables en estudio.

El análisis de las características físicas como: el peso de fruto, pulpa y cáscara de los frutos fueron mayores en el tutor poste de concreto con respecto a los frutos que se obtuvieron de las plantas con tutores de *Spondias mombin L.* y *Erythrina spp.* Por otro lado, al analizar los diferentes estados en la fase de desarrollo del fruto se determinó que las características físico – químicas en todas las variables fueron superiores en el estado 719, con excepción de la firmeza de pulpa y cáscara (Tabla 7-3).

**Tabla 7-3:** Efecto de tres tipos de tutores sobre las características físico-químicas en los diferentes estados de desarrollo de la fruta de pitahaya roja

Tutores (A)	Peso (g)	Peso cáscara (g)	Peso pulpa (g)	Longitud (mm)	Diámetro (mm)	Fir Cáscara Kg/cm2	Fir Pulpa Kg/cm2	pH	Sólidos solubles Brix	Acidez titulable
<i>Spondias mombin L.</i>	347.77 b	237.81 b	109.96 b	116.5 a	80.0 a	34.38 a	4.26 a	4.63 a	6.91 a	1.7 a
<i>Erythrina spp.</i>	351.55 ab	237.68 b	113.86 ab	114.4 ab	80.4 a	33.89 a	4.53 a	4.79 a	6.96 a	1.3 a
Poste de concreto	386.45 a	261.4 a	125.06 a	112.9 b	82.6 a	33.99 a	4.29 a	4.95 a	6.68 a	1.5 a
<i>P</i> <0.05	0.0949	0.3637	0.0561	0.0276	0.1826	0.8307	0.2017	0.0240	0.1385	0.0277
Estados (B)										
719	467.1 a	302.88 a	164.24 a	121.4 a	89.1 a	33.14 b	3.33 c	3.66 c	8.03 a	3.1 a
717	374.38 b	257.59 b	116.78 b	116.8 b	82.3 b	33.43 b	3.98 b	4.69 b	6.76 b	1.4 b
715	341.49 b	237.33 b	104.14 b	114.1 b	78.7 c	33.62 b	4.94 a	5.3 a	5.37 c	0.9 c
713	277.57 c	191.96 c	85.61 c	107.0 c	74.8 d	36.07 a	5.33 a	5.38 a	7.37 a	0.7 c
<i>P</i> <0.05	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
<i>P</i> <0.05 (Interacción A x B)	0.8938	0.3409	0.4300	0.9505	0.9148	0.3510	0.2790	0.5440	0.5071	0.1986
C.V.	12.0	12.96	13.62	3.2	4.41	3.56	9.74	10.6	10.2	25.43

C.V.: Coeficiente de variación., g=gramos., mm= milímetros. Fir= Firmeza. Brix %= Porcentaje de azúcares

Fuente: Infostat versión 2015.

Realizado por: Aguinda, M. 2021.

La evaluación realizada en el Laboratorio de Alimentos de la EECA sirvió para determinar que las características físico-químicas de los frutos variaron cuando las plantas se cultivaban en tres tipos de tutores. En la fase de desarrollo y crecimiento del fruto se determinó que los frutos obtenidos de plantas cultivadas en tutores de concreto siempre fueron diferentes a los frutos obtenidos de plantas cultivadas en tutores vivos en ciertos parámetros.

Por otra parte, se determinó que el peso de fruto aumentaba conforme avanza el crecimiento del fruto, con 569.58 g en la etapa 819; pero fue mayor al peso reportado por (Centurión-Yah et al. 2008a: p.1) con 368.9 g. Además, se pudo evidenciar que los frutos de las plantas cultivadas en poste de concreto presentaron un mayor tamaño que los frutos cultivados en plantas con tutores vivos; sin embargo, estos frutos fueron más grandes que los reportados por Centurión en el año 2008.

### 3.2.2. *Crecimiento del fruto*

Se realizó un análisis univariado para peso del fruto, peso de cáscara, peso de pulpa, longitud de fruto, diámetros de fruto, firmeza de cáscara, firmeza de pulpa, pH, sólidos solubles y acidez titulable. La Tabla 8-3 muestra la significación para efectos principales e interacciones. El análisis mostró que hubo efecto significativo entre tratamientos para las variables: peso del fruto, peso de cáscara, longitud y diámetro. Así mismo, el análisis de los estados de crecimiento del fruto muestra diferencias altamente significativas para las variables: peso de cáscara, peso de pulpa, firmeza de cáscara, pH, sólidos solubles y acidez; significativas para las variables peso del fruto y firmeza de pulpa y no significativas para longitud y diámetro del fruto. No existió ningún efecto interactivo entre los tratamientos y los estados de crecimiento del fruto.

En esta etapa se obtuvo el mismo comportamiento que en la fase de desarrollo del fruto, debido a que los frutos más pesados, con mayor diámetro y longitud se encontraron en las plantas que estaban cultivadas en postes de concreto y los menores en los tutores vivos con *Spondias mombin* L. y *Erythrina* sp (Tabla 8-3). Sin embargo, los frutos cultivados en *Spondias mombin* L. presentaron la mayor cantidad de sólidos solubles.

El análisis muestra que la longitud y diámetro del fruto no varió entre los diferentes estados de crecimiento del fruto. Por ejemplo, en el estado 819 se obtuvieron frutos con mayor peso (569.58 g) y peso pulpa (375.61 g) que el estado 811.

Así mismo, se determinó que en el estado 811 la firmeza de pulpa (32.0 Kg/cm<sup>2</sup>) y cáscara (2.9 Kg/cm<sup>2</sup>) y acidez titulable (4.3) fue mayor que en el estado 819 (Tabla 8-3).

**Tabla 8-3:** Efecto de tres tipos de tutores sobre las características físico-químicas en los diferentes estados de crecimiento de la fruta de pitahaya roja

Tutores (A)	Peso (g)	Peso cáscara (g)	Peso pulpa (g)	Longitud (mm)	Diámetro (mm)	Firm Cáscara Kg/cm <sup>2</sup>	Fir Pulpa Kg/cm <sup>2</sup>	pH	Sólidos solubles Brix	Acidez titulable
<i>Spondias mombin L.</i>	505.69 b	204.57 b	301.08 a	120.9 ab	85.9 b	24.94 a	2.27 a	3.9 a	12.4 a	2.4 a
<i>Erythrina spp.</i>	504.53 b	221.07 b	283.47 a	119.00 b	88.5 b	24.97 a	2.48 a	3.82 a	11.9 b	2.7 a
Poste de concreto	577.69 a	259.51 a	319.26 a	123.3 a	92.2 a	26.71 a	2.49 a	3.78 a	11.6 b	2.7 a
<i>P</i> <0.05	0.003	0.0001	0.1	0.001	0.0001	0.14	0.25	0.18	0.02	0.4
Estado (B)										
819	569.58 a	193.88 c	375.61 a	122.5 a	90.0 a	20.18 d	2.35 b	4.29 a	13.5 a	1.4 d
817	563.71 a	212.39 c	352.05 ab	121.0 a	89.6 a	21.38 d	2.28 b	4.06 b	12.9 a	1.6 d
815	526.49 ab	217.45 bc	311.00 bc	120.9 a	88.3 a	25.21 c	2.26 b	3.89 c	11.9 b	2.2 c
813	514.34 ab	243.4 ab	270.96 c	120.7 a	88.0 a	27.82 b	2.21 b	3.56 d	11.7 b	3.1 b
811	479.86 b	266.14 a	213.69 d	120.6 a	88.0 a	32.00 a	2.9 a	3.47 d	10.4 c	4.3 a
<i>P</i> <0.05	0.03	0.0001	0.0001	0.78	0.69	0.0001	0.04	0.0001	0.0001	0.0001
<i>P</i> <0.05 (Interacción A x B)	0.63	0.32	0.73	0.15	0.81	03	0.23	0.5	0.39	0.8
CV	13.36	13.97	17.19	2.86	4.18	7.89	20.92	4.25	6.1	19.34

C.V.: Coeficiente de variación., g=gramos., mm= milímetros. Fir= Firmeza. Brix %= Porcentaje de azúcares

Fuente: Infostat versión 2015.

Realizado por: Aguinda, M. 2021.

Se determinó que cuando el fruto iba alcanzando la madurez (estado 8) el contenido de sólidos solubles se incrementa llegando a un valor de 13.5 grados Brix, este valor es superior al reportado por (Centurión-Yah et al. 2008d: p.4) con 12.6 ° Brix y menor al reportado por (Nerd, Gutman y Mizrahi 1999) con 9.5 grados Brix. Es importante señalar que este parámetro determina el dulzor de la fruta de pitahaya. Así mismo, se determinó que la firmeza de la cáscara va disminuyendo según aumenta la madurez, este cambio es propio del proceso de maduración. Este hallazgo lo corrobora (Centurión et al. 1999) que señala que esto ocurre por la actividad de la enzima pectinmetilesterasa.

## CONCLUSIONES

- Se identificó que la etapa reproductiva desde la aparición del botón floral hasta la antesis duro 43 días de pitahaya roja pulpa blanca cultivada en diferentes tipos de tutores en La Joya de los Sachas, y no tuvo influencia del tipo de tutor (*Spondias mombin* L., *Erythrina* sp. y poste de concreto).
- En este estudio se corroboró que el crecimiento del fruto de pitahaya es sigmoideal; es decir, el peso fresco de la fruta de pitahaya al igual que los sólidos solubles aumenta conforme avanza su desarrollo y crecimiento. Así, en el tutor de concreto se logró obtener frutos más grandes pero la mayor cantidad de sólidos solubles se obtuvo en los frutos que provenían de plantas cultivadas con tutores de hobo.

## **RECOMENDACIONES**

- Realizar este estudio en las diferentes épocas de producción del cultivo de pitahaya debido a que estas varía en función de las condiciones ambientales, esto nos permitirá ir incorporando nuevas tecnologías de producción que permitan mitigar los problemas de los productores de esta fruta en la localidad.
- Promover estudios de poscosecha, con los diferentes estados de maduración de la fruta para definir el tiempo que se puede almacenar la fruta en percha y en refrigeración, debido a que los mercados están lejanos y las carreteras no se encuentran en las mejores condiciones.
- Buscar herramientas adecuadas para la cosecha de la fruta de pitahaya y evitar daños en los cladodios y en la fruta.

## BIBLIOGRAFÍA

**AGROCABILDO**, 2012. *INTRODUCCIÓN AL CULTIVO DE LA PITAYA EN TENERIFE*. [en línea]. 2012. S.l.: s.n. Disponible en: [https://www.agrocabildo.org/publica/Publicaciones/subt\\_256\\_L\\_Breve\\_intro\\_pitaya.pdf](https://www.agrocabildo.org/publica/Publicaciones/subt_256_L_Breve_intro_pitaya.pdf).

**ALMEIDA, E.I.B., CORREA, M.C. de M., MESQUITA, R.O., QUEIROZ, R.F., CAJAZEIRA, J.P. y AMORIM, F.F.V.R.**, 2018. Crescimento e trocas gasosas de pitáia vermelha sob diferentes condições de sombreamento - DOI:10.5039/agraria.v13i3a5554. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias (Agrária)*, vol. 13, no. 3, pp. 5554. ISSN 1981-0997.

**ANDRADE, M. y 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. ,

**BARREIRO SOLÓRZANO, M.L. y VERA ZAMBRANO, L.A.**, 2017. Efecto del ácido ascórbico en el pardeamiento enzimático de la pulpa de pitahaya (*Hylocereus undatus*) almacenada a diferentes temperaturas de congelación. ,

**CÁLIX DE DIOS, H., CASTILLO MARTÍNEZ, R. y CAAMAL CANCHÉ, H.J.**, 2014. Caracterización De La Producción De Pitahaya (*Hylocereus Spp.*). *Agroecología*, vol. 9, pp. 123-132.

**CÁLIX DE DIOS, Héctor. y CASTILLO MARTÍNEZ, Roberta.**, 2000. *AGROFORESTERÍA EN LAS AMÉRICAS* [en línea]. 2000. S.l.: s.n. Disponible en: [http://repositorio.bibliotecaorton.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/7596/RAFA\\_28\\_Completa.pdf?sequence=1](http://repositorio.bibliotecaorton.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/7596/RAFA_28_Completa.pdf?sequence=1).

**CASTILLO MARTÍNEZ, Roberta., CÁLIX DE DIOS, Héctor. y RODRÍGUEZ CANTO, Adolfo.**, 1996. *Guía técnica para el cultivo de pitahaya*. México: Universidad de Quintana Roo : CONACYT : INIFAP : Universidad Autónoma Chapingo. ISBN 968-884-378-4. /z-wcorg/

**CASTILLO-MARTÍNEZ, R., LIVERA-MUÑOZ, M. y MÁRQUEZ-GUZMÁN, G.J.**, 2005. Morphological Characterization and Sexual Compatibility. *Agrociencia*, vol. 39, pp. 183-194.

**CENTURIÓN, Y., SOLÍS, S., MERCADO, E., BÁEZ, R., SAUCEDO, C. y SAURI, E.**, 1999. Variación de las principales características de la pitahaya (*Hylocereus undatus*) durante su

maduración postcosecha. *Hort. Mex*, vol. 7, pp. 419-425.

**CENTURIÓN-YAH, A.R., SOLÍS-PEREIRA, S., SAUCEDO-VELOZ, C., BÁEZ-SAÑUDO, R. y SAURI-DUCH, E.,** 2008. Cambios físicos, químicos y sensoriales en frutos de pitahaya (*Hylocereus undatus*) durante su desarrollo. *Revista Fitotecnia Mexicana*, vol. 31, no. 1, pp. 1-1. ISSN 0187-7380.

**DELGADO GUTIÉRREZ, A.I.,** 2015. *Universidad Politécnica Salesiana Sede Quito*. S.l.: s.n.

**DÍAZ, R.,** 2015. *Asistencia técnica para la mejora o adecuación del paquete tecnológico existente para su aplicación en las parcelas demostrativas de Pitahaya* [en línea]. 4 septiembre 2015. S.l.: s.n. Disponible en: <http://www.competitividad.org.do/wp-content/uploads/2016/05/Manual-Cultivo-de-la-Pitahaya.pdf>.

**ENCISO, T.O., ZAZUETA, M.E.I., RANGEL, M.D.M., VALDEZ TORRES, J.B., VILLAREAL ROMERO, M. y HERNÁNDEZ VERDUGO, S.,** 2011. Calidad postcosecha de frutos de pitahaya (*Hylocereus undatus* Haw.) cosechados en tres estados de madurez. *Revista Fitotecnia Mexicana*, vol. 34, no. 1, pp. 63-72. ISSN 01877380.

**ESQUIVEL, P. y ARAYA QUESADA, Y.,** 2012. Pitahaya (*Hylocereus* sp.): fruit characteristics and its potential use in the food industry. *Revista Venezolana de Ciencia y Tecnología de Alimentos*, vol. 3, no. 1, pp. 113-129. ISSN 2218-4384.

**GARCÍA, M.C.,** 2003. *Pitaya: Cosecha y poscosecha*. S.l.: pp.10

**GUNASENA, H., PUSHPAKUMARA, D. y KARIYAWASAM, M.,** 2007. dragon fruit *Hylocereus undatus* (Haw.) Britton and Rose. *Underutilized fruit trees in Sri Lanka*, vol. 1, pp. 110-141.

**HUA, Q., CHEN, C., TEL ZUR, N., WANG, H.-C., WU, J., CHEN, J., ZHANG, Z., ZHAO, J., HU, G. y YONGHUA, Q.,** 2018. Metabolomic characterization of pitaya fruit from three red-skinned cultivars with different pulp colors. *Plant Physiology and Biochemistry*, vol. 126. DOI 10.1016/j.plaphy.2018.02.027.

**HUACHI, L., YUGSI, E., PAREDES, M., CORONEL, D., VERDUGO, K. y COBA SANTAMARÍA, P.,** 2015. DESARROLLO DE LA PITAHAYA (*Cereus* SP.) EN ECUADOR. *La Granja: Revista de Ciencias de la Vida*, vol. 22, no. 2, pp. 50-58. ISSN 1390-8596. DOI

10.17163/lgr.n22.2015.05.

**INEC**, 2016. Censo Nacional Agropecuario. [en línea]. [Consulta: 7 mayo 2021]. Disponible en: <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/censo-nacional-agropecuario/>.

**INIAP**, 2020. *Manual del cultivo de Pitahaya para la amazonía ecuatoriana* [en línea]. Joya de los Sachas: s.n. Disponible en: <file:///C:/Users/59398/Downloads/MANUAL117-2020%20pitahaya.pdf>.

**KISHORE, K.**, 2016. Phenological growth stages of dragon fruit (*Hylocereus undatus*) according to the extended BBCH-scale. *Scientia Horticulturae*, vol. 213, pp. 294-302. ISSN 0304-4238. DOI 10.1016/j.scienta.2016.10.047.

**LE BELLEC, F., VAILLANT, F. y IMBERT, E.**, 2006. Pitahaya (*Hylocereus* spp.): a new fruit crop, a market with a future. *Fruits*, vol. 61, no. 4, pp. 237-250. ISSN 0248-1294.

**LOPEZ DÍAZ, H. y MIRANDA, A.G.**, 2015. Cultivo de la Pitahaya. , vol. 6, pp. 40.

**MAGAÑA B., W., BALBÍN A., M., CORRALES G., J., RODRÍGUEZ C., A. y SAUCEDO V., C.**, 2006. Principales características de calidad de las pitahayas (*hylocereus undatus* haworth), frigoconservadas en atmósferas controladas. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, vol. 15, no. 2, pp. 52-57. ISSN 1010-2760.

**MAGRANER MIFSUD, S.**, 2020. *Estudio del comportamiento agronómico del cultivo de la pitahaya en condiciones de clima*. S.l.: s.n.

**MARQUES, V.B., MOREIRA, R.A., RAMOS, J.D., ARAÚJO, N.A. de y SILVA, F.O. dos R.**, 2011. Fenología reproductiva de pitaia vermelha no municipio de Lavras, MG. *Ciencia Rural*, vol. 41, pp. 984-987. ISSN 0103-8478, 0103-8478, 1678-4596. DOI 10.1590/S0103-84782011005000071.

**MÉNDEZ HERNÁNDEZ, C. y COELLO TORRES, Á.**, 2016. *El cultivo de la pitaya*. S.l.: s.n. ISBN 9788578110796.

**MIZRAHI, Y., RAVEH, E., YOSSOV, E., NERD, A. y BEN-ASHER, J.**, 2007. New Fruit Crops With High Water Use Efficiency. , pp. 7.

**MUÑOZ SUQUILANDA, N.T.,** 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* [en línea]. La Libertad: Universidad Estatal Península de Santa Elena. Disponible en: [https://minio2.123dok.com/dt02pdf/123dok\\_es/pdf/2020/08\\_06/lnadmi1596655694.?X-Amz-Content-Sha256=UNSIGNED-PAYLOAD&X-Amz-Algorithm=AWS4-HMAC-SHA256&X-Amz-Credential=LB63ZNJ2Q66548XDC8M5%2F20210909%2F%2Fs3%2Faws4\\_request&X-Amz-Date=20210909T134551Z&X-Amz-SignedHeaders=host&X-Amz-Expires=600&X-Amz-Signature=9eb0144c0ebae9db76cd446b24b8ab1d39ec374bfd2b388e023ac8bb2770b807](https://minio2.123dok.com/dt02pdf/123dok_es/pdf/2020/08_06/lnadmi1596655694.?X-Amz-Content-Sha256=UNSIGNED-PAYLOAD&X-Amz-Algorithm=AWS4-HMAC-SHA256&X-Amz-Credential=LB63ZNJ2Q66548XDC8M5%2F20210909%2F%2Fs3%2Faws4_request&X-Amz-Date=20210909T134551Z&X-Amz-SignedHeaders=host&X-Amz-Expires=600&X-Amz-Signature=9eb0144c0ebae9db76cd446b24b8ab1d39ec374bfd2b388e023ac8bb2770b807).

**NERD, A., GUTMAN, F. y MIZRAHI, Y.,** 1999. Ripening and postharvest behaviour of fruits of two *Hylocereus* species (Cactaceae). *Postharvest Biology and Technology*, vol. 17, no. 1, pp. 39-45. ISSN 0925-5214.

**NERD, A., SITRIT, Y., KAUSHIK, R.A. y MIZRAHI, Y.,** 2002. High summer temperatures inhibit flowering in vine pitaya crops (*Hylocereus* spp.). *Scientia Horticulturae*, vol. 96, no. 1, pp. 343-350. ISSN 0304-4238. DOI 10.1016/S0304-4238(02)00093-6.

**OLVERA GONZALEZ, E.D., ORELLANA CEVALLOS, D.C. y SEGARRA VERA, K.E.,** 2013. Desarrollo de estrategias para incrementar la exportación de pitahaya hacia los mercados de Holanda y España. ,

**ORTIZ, T.A. y TAKAHASHI, L.S.A.,** 2015. Physical and chemical characteristics of pitaya fruits at physiological maturity. *Genetics and molecular research: GMR*, vol. 14, no. 4, pp. 14422-14439. ISSN 1676-5680. DOI 10.4238/2015.November.18.5.

**ORTIZ, T.A. y TAKAHASHI, L.S.A.,** 2020. Pitaya fruit quality (*Hylocereus undatus* [Haworth] Britton & Rose) according to physiological maturity. A review. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, vol. 14, no. 1, pp. 63-75. ISSN 2422-3719. DOI 10.17584/rcch.2020v14i1.8422.

**PUSHPAKUMARA, D., GUNASENA, H. y SINGH, V.,** 2007. Underutilized Fruit Trees in Sri Lanka. World Agroforestry Centre. *South Asia Regional Office, New Delhi*, pp. 434-485.

**RAMOS ESTAY, J.G.,** 2018. POLINIZACIÓN NATURAL Y ARTIFICIAL EN EL CULTIVO DE PITAYA. ,

**RAVEH, E., NERD, A. y MIZRAHI, Y.,** 1998. Responses of two hemiepiphytic fruit crop cacti to different degrees of shade. *Scientia Horticulturae*, vol. 73, no. 2, pp. 151-164. ISSN 0304-4238. DOI 10.1016/S0304-4238(97)00134-9.

**REBOLLEDO, A., DEL ÁNGEL, A., BECERRA, E., GONZÁLEZ, X. y ZETINA, R.,** 2009. *Frutales Tropicales No Tradicionales Para Veracruz* [en línea]. 2009. S.l.: INIFAP. [Consulta: 9 abril 2021]. Disponible en: <https://es.scribd.com/doc/261176466/Frutales-Tropicales-No-Tradicionales-Para-Veracruz-1>.

**SABINO LÓPEZ, J.E.,** 2010. *RELACIÓN DE LAS PRÁCTICAS DE MANEJO CON LA FLORACIÓN DE LA PITAHAYA (HYLOCEREUS UNDATUS)*. S.l.: s.n.

**SILVA, A., DE LIMA CAVALLARI, L., SABIÃO, R. y MARTINS, A.,** 2015. Reproductive phenology of red dragon fruit in Jaboticabal, SP, Brazil. *Ciência Rural*, vol. 45, pp. 585-590. DOI 10.1590/0103-8478cr20120403.

**SOTOMAYOR CORREA, A., PITIZACA, S., SÁNCHEZ, M., BURBANO, A., DÍAZ, A., NICOLALDE, J., VIERA, W., CAICEDO, C. y VARGAS, Y.,** 2019. Evaluación físico química de fruta de pitahaya (*Selenicereus megalanthus*) en diferentes estados de desarrollo. *Enfoque UTE*, vol. 10, no. 1, pp. 89-96. ISSN 1390-6542, 1390-9363. DOI 10.29019/enfoqueute.v10n1.386.

**VERA SEVILLANO, W.A.,** 2016. “*ANÁLISIS DE LA PRODUCCIÓN Y PRODUCTIVIDAD DEL CULTIVO DE PITAHAYA EN LOS CANTONES QUEVEDO, MOCACHE Y VENTANAS, AÑO 2015*”. S.l.: s.n.

## ANEXOS

### ANEXO A: EVALUACIÓN EN PERÍODO DE BROTACIÓN



**ANEXO B: EVALUACIÓN EN PERÍODO DE FLORACIÓN**



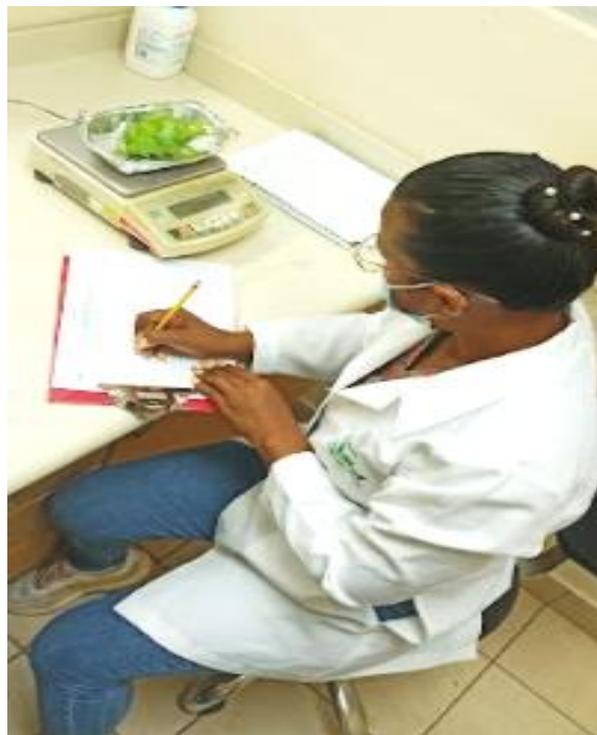
**ANEXO C: EVALUACIÓN EN PERÍODO DE FRUCTIFICACIÓN**



**ANEXO D: EVALUACIÓN EN PERÍODO DE MADURACIÓN Y COSECHA DE FRUTA**



**ANEXO E: EVALUACIÓN EN LABORATORIO PESO DEL FRUTO**



**ANEXO F: EVALUACIÓN EN LABORATORIO DIÁMETRO Y LONGITUD**



**ANEXO G: EVALUACIÓN EN LABORATORIO FIRMEZA DEL FRUTO**



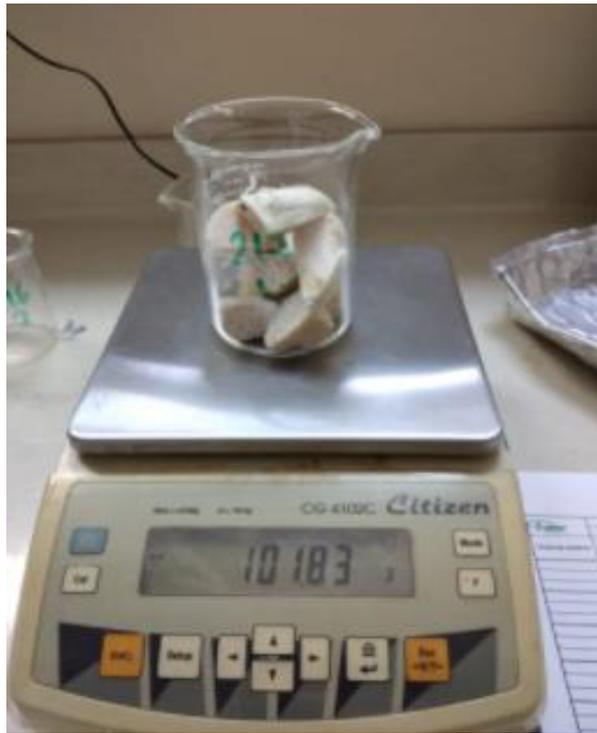
**ANEXO H: EVALUACIÓN EN LABORATORIO FIRMEZA DE LA PULPA**





**ANEXO I: EVALUACIÓN EN LABORATORIO PESO DE LA PULPA**





**ANEXO J: EVALUACIÓN EN LABORATORIO PESO DE LA CÁSCARA**



**ANEXO K: EVALUACIÓN EN LABORATORIO pH**





**ANEXO L: EVALUACIÓN EN LABORATORIO °BRIX**



**ANEXO M: EVALUACIÓN EN LABORATORIO ACIDEZ TITULABLE**





ANEXO N: REVISIÓN DE NORMAS TÉCNICAS, RESUMEN Y BIBLIOGRAFÍA



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**

**DIRECCIÓN DE BIBLIOTECAS Y RECURSOS DEL APRENDIZAJE  
UNIDAD DE PROCESOS TÉCNICOS Y ANÁLISIS BIBLIOGRÁFICO Y DOCUMENTAL**

**REVISIÓN DE NORMAS TÉCNICAS, RESUMEN Y BIBLIOGRAFÍA**

*Fecha de entrega: 21 / 09 / 2021*

<b>INFORMACIÓN DEL AUTOR/A (S)</b>
<b>Nombres – Apellidos:</b> <i>Melisa Abigail Aguinda Vargas</i>
<b>INFORMACIÓN INSTITUCIONAL</b>
<b>Facultad:</b> <i>Recursos Naturales</i>
<b>Carrera:</b> <i>Ingeniería Agronómica</i>
<b>Título a optar:</b> <i>Ingeniera Agrónoma</i>
<b>f. Analista de Biblioteca responsable:</b> <i>Ing. Leonardo Medina Ñuste MSc.</i>

**LEONARDO  
FABIO MEDINA  
NUSTE**

Firmado digitalmente por LEONARDO FABIO MEDINA NUSTE  
Nombre de reconocimiento (DN): c=EC, ou=BANCO CENTRAL DEL ECUADOR, ou=ENTIDAD DE CERTIFICACION DE INFORMACION-ECIBCE, In=QUITO, serialNumber=0000621485, cn=LEONARDO FABIO MEDINA NUSTE  
Fecha: 2021.09.21 15:32:12 -05'00'



1816-DBRA-UTP-2021