



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

ESTUDIO DE LA CALIDAD DE LA FRUTA DE PITAHAYA
AMARILLA (*Selenicereus megalanthus*) EN DIFERENTES
ESTADOS DE MADUREZ, EN EL CANTÓN LA JOYA DE LOS
SACHAS

Trabajo de Integración Curricular

Tipo: Trabajo Experimental

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERA AGRÓNOMA

AUTORA: LISETTE MAGALI REYES CHAMBA

DIRECTORA: Ing. MARITZA CAROLINA SANCHEZ CAPA, MSc.

El Coca – Ecuador

2022

©2022, Lisette Magali Reyes Chamba

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, LISETTE MAGALI REYES CHAMBA, 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 autora 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, 30 de noviembre del 2022



Lisette Magali Reyes Chamba

2250049588

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

El Tribunal del Trabajo de Integración Curricular certifica que: El Trabajo de Integración Curricular, Tipo: Trabajo Experimental, **ESTUDIO DE LA CALIDAD DE LA FRUTA DE PITAHAYA AMARILLA (*Selenicereus megalanthus*) EN DIFERENTES ESTADOS DE MADUREZ, EN EL CANTÓN LA JOYA DE LOS SACHAS**, realizado por la señorita: **LISETTE MAGALI REYES CHAMBA**, 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. Daniel Adrian Vistin Guamantaqui, MSc. PRESIDENTE DEL TRIBUNAL		2022-11-30
Ing. Maritza Carolina Sanchez Capa, MSc. DIRECTORA DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR		2022-11-30
Ing. Daniel David Espinoza Castillo MSc. ASESOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR		2022-11-30

DEDICATORIA

Los sueños se hacen realidad con esfuerzo y dedicación. El presente trabajo está dedicado a Dios por permitir mi existencia y por fortalecer mi espíritu de lucha para continuar con mis metas trazadas sin desfallecer. A mi padre Efrén Reyes Jiménez y a mi madre María Chamba Jiménez, por su amor incondicional, por enseñarme virtudes y valores, por su duro trabajo y sacrificio en todos estos años, gracias a ustedes he logrado llegar hasta aquí y convertirme en lo que soy. A mi hermano Bryan Reyes, a mi tío Evaristo Reyes, a mis abuelitos y a mi familia en general, quienes siempre me dieron esperanzas y tuvieron fe en mí. A mis amigos/as que, gracias a su apoyo moral, siempre mantuve las llamas de mi corazón encendidas para culminar con éxito mi meta. A los docentes de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo y a la Estación Experimental Central de la Amazonía, que con su experiencia y conocimientos permitieron que logre culminar mi carrera profesional.

Magali

AGRADECIMIENTOS

A Dios por la existencia de mi alma, por el apoyo, sabiduría y fortaleza en los momentos más difíciles de mi vida.

A mi madre por su cariño incondicional, por enseñarme a confiar y creer en mí, e inculcarme valores, virtudes y principios. A mi padre por enseñarme el valor del trabajo y de la honradez que me han ayudado para afrontar las adversidades e inconvenientes de la vida.

A la Estación Experimental Central de la Amazonía – INIAP, por la oportunidad de realizar mis prácticas Pre-profesionales y mi Trabajo de Integración Curricular en el Programa de Fruticultura dirigido por la Ing. Yadira Vargas que, debido a su apoyo incondicional, experiencia, conocimiento, sabiduría y sobre todo por su amistad brindada en los momentos más difíciles logré terminar la tesis, de igual manera agradecer a todo el personal del programa quienes me brindaron su ayuda en el transcurso del trabajo.

Al Sr. Ciro Castro por permitirme desarrollar esta investigación experimental en la plantación de pitahaya amarilla cultivada en tutores vivos en su finca PitaCastro.

A la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo “ESPOCH” sede Orellana por haberme permitido continuar con mis estudios y adquirir una profesión de tercer nivel en agronomía. A los docentes que con sus conocimientos y valores a lo largo de mí formación académica pude desarrollarme como persona y profesional. A mi directora de tesis, Ing. Maritza Sanchez que gracias a sus consejos y correcciones hoy puedo culminar este trabajo de titulación.

Magali

ÍNDICE DE CONTENIDOS

ÍNDICE DE TABLAS.....	ix
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	x
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xi
RESUMEN.....	xii
ABSTRACT.....	xiii
INTRODUCCIÓN.....	1

CAPÍTULO I

1. DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA.....	2
1.1. Antecedentes.....	2
1.2. Identificación del problema.....	3
1.3. Justificación.....	4
1.4. Objetivos.....	5
1.4.1. <i>Objetivo general</i>	5
1.4.2. <i>Objetivos específicos</i>	5

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL.....	6
2.1. Antecedentes.....	6
2.2. Referencias teóricas.....	6
2.2.1. <i>Pitahaya</i>	6
2.2.1.1. <i>Origen y distribución</i>	7
2.2.1.2. <i>Taxonomía</i>	7
2.2.1.3. <i>Morfología</i>	8
2.2.1.4. <i>Composición nutricional</i>	11
2.2.1.5. <i>Fenología</i>	11
2.2.2. <i>Beneficios de la pitahaya</i>	12
2.2.3. <i>Requerimientos edafoclimáticos</i>	13
2.2.4. <i>Calidad postcosecha de la pitahaya amarilla</i>	13
2.2.5. <i>Estado de Madurez</i>	14
2.2.6. <i>Producción de Pitahaya en Ecuador</i>	15

CAPÍTULO III

3.	MARCO METODOLÓGICO	17
3.1.	Área de estudio	17
3.2.	Materiales y métodos	18
3.2.1.	<i>Materiales y equipos</i>	18
3.3.	Metodología	20
3.3.1.	<i>Factores en estudio</i>	20
3.3.2.	<i>Unidad experimental</i>	20
3.3.3.	<i>Tratamiento</i>	20
3.3.4.	<i>Diseño experimental</i>	21
3.3.5.	<i>Análisis estadístico</i>	21
3.3.6.	<i>Análisis funcional</i>	21
3.3.7.	<i>Métodos de evaluación</i>	21
3.3.7.1.	<i>Determinación de índice de madurez</i>	21
3.3.7.2.	<i>Elaboración de la carta de color</i>	21
3.3.7.3.	<i>Evaluación postcosecha</i>	22
3.3.8.	<i>Manejo específico del experimento</i>	22
3.3.8.1.	<i>Fase de campo</i>	22
3.3.8.2.	<i>Fase de laboratorio</i>	22

CAPÍTULO IV

4.	MARCO DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS	25
4.1.	Determinación de los índices de madurez de los frutos de pitahaya amarilla en los diferentes estados de madurez	25
4.1.1.	<i>Elaboración de la carta de color</i>	25
4.2.	Características físicas en los diferentes estados de desarrollo de la fruta de pitahaya amarilla	27
4.2.1.	<i>Diámetro y longitud</i>	27
4.2.2.	<i>Peso fresco del fruto, porcentaje de cáscara y pulpa</i>	28
4.2.3.	<i>Firmeza de cáscara y pulpa</i>	29
4.3.	Características químicas en los diferentes estados de desarrollo de la fruta de pitahaya amarilla	30
4.3.1.	<i>pH</i>	31
4.3.2.	<i>Sólidos solubles totales SST</i>	31
4.3.3.	<i>Acidez total titulable ATT</i>	32

CONCLUSIONES	34
RECOMENDACIONES	35
BIBLIOGRAFÍA	
ANEXOS	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-2:	Clasificación taxonómica de la pitahaya	7
Tabla 2-2:	Morfología de la Pitahaya	8
Tabla 3-2:	Diferencias entre la pitahaya amarilla Palora y Nacional.....	10
Tabla 4-2:	Composición nutricional de la pitahaya	11
Tabla 5-2:	Características edafoclimáticas de la pitahaya amarilla	13
Tabla 6-2:	Índices de madurez óptimos para la cosecha y comercialización de pitahaya amarilla	15
Tabla 1-3:	Equipos, materiales y reactivos de laboratorio	18
Tabla 2-3:	Descripción de los materiales de campo, materia prima, materiales y equipos de oficina.....	19
Tabla 3-3:	Características de la unidad experimental	20
Tabla 4-3:	Descripción de tratamientos en los diferentes estados de madurez del fruto de pitahaya amarilla.....	20
Tabla 5-3:	Análisis de Varianza (ADEVA)	21
Tabla 1-4:	Descripción de los estados del índice de madurez de la fruta de pitahaya amarilla en el cantón La Joya de los Sachas.....	25
Tabla 2-4:	Efectos principales de las características físicas de los frutos en los diferentes estados de madurez.....	27
Tabla 3-4:	Valores medios del diámetro y longitud (mm) del fruto en los diferentes estados de madurez	28
Tabla 4-4:	Valores medios del peso fresco, porcentaje de cáscara y pulpa en los diferentes estados de madurez del fruto	29
Tabla 5-4:	Valores medios de la firmeza de cáscara y firmeza de pulpa del fruto en los diferentes estados de madurez	30
Tabla 6-4:	Efecto principal: características químicas por estados de madurez del fruto	30

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1-2:	Morfología de la pitahaya amarilla	9
Ilustración 2-2:	Morfología de la flor de pitahaya amarilla	9
Ilustración 3-2:	Morfología de la fruta de pitahaya amarilla.....	10
Ilustración 4-2:	Etapas de la fenológica de la pitahaya amarilla	12
Ilustración 5-2:	Clasificación según la calidad de la fruta de pitahaya amarilla	14
Ilustración 6-2:	Grados de maduración de la pitahaya amarilla de acuerdo con la Norma Técnica Colombiana NTC-3554.....	15
Ilustración 1-3:	Ubicación del área de estudio	17
Ilustración 1-4:	Carta de color de la fruta de pitahaya amarilla cultivada en tutores vivos del cantón La Joya de los Sachas.....	26
Ilustración 2-4:	Valores medios del pH de la fruta de pitahaya amarilla en diferentes estados de madurez.....	31
Ilustración 3-4:	Valores medios del contenido de SST de la fruta de pitahaya amarilla en diferentes estados de madurez	32
Ilustración 4-4:	Valores medios del contenido de ATT de la fruta de pitahaya amarilla en diferentes estados de madurez	32

ÍNDICE DE ANEXOS

- ANEXO A:** RECOLECCIÓN DEL FRUTO PARA LOS ANÁLISIS FÍSICOS Y QUÍMICOS
- ANEXO B:** MEDICIÓN DE DIÁMETRO Y LONGITUD DE LOS FRUTOS EN EL LABORATORIO
- ANEXO C:** EVALUACIÓN DEL PESO FRESCO DE LOS FRUTOS EN EL LABORATORIO
- ANEXO D:** EVALUACIÓN DE LA FIRMEZA DE CASCARA DE LOS FRUTOS EN EL LABORATORIO
- ANEXO E:** EVALUACIÓN DE LA FIRMEZA DE PULPA DE LOS FRUTOS EN EL LABORATORIO
- ANEXO F:** EVALUACIÓN DEL PESO DE CASCARA DE LOS FRUTOS EN EL LABORATORIO
- ANEXO G:** EVALUACIÓN DEL PESO DE PULPA DE LOS FRUTOS EN EL LABORATORIO
- ANEXO H:** DETERMINACIÓN DEL PH DE LOS FRUTOS EN EL LABORATORIO
- ANEXO I:** DETERMINACIÓN DE °BX DE LOS FRUTOS EN EL LABORATORIO
- ANEXO J:** DETERMINACIÓN DE LA ACIDEZ TITULABLE DE LOS FRUTOS EN EL LABORATORIO

RESUMEN

La presente investigación consistió en estudiar la calidad de la fruta de la especie *Selenicereus megalanthus* (pitahaya amarilla) en diferentes estados de madurez, en el cantón La Joya De Los Sachas. Para la parte experimental se utilizó un diseño de bloques completamente aleatorizado con un total de 84 frutos de pitahaya distribuidos en siete tratamientos con tres unidades cada uno, a los que se les realizó cuatro repeticiones; dichos tratamientos se basaron en los niveles de madurez en base a una escala de cero a seis, yendo desde la madurez inicial hasta la sobre madurez, respectivamente; una vez cosechados los frutos, fueron trasladados al Laboratorio de Calidad de Alimentos, donde se evaluaron las características físicas (diámetro, longitud, peso fresco, firmeza de cáscara, firmeza de pulpa, peso de cáscara, peso de pulpa) y químicas (pH, sólidos solubles totales [SST], acidez total titulable [ATT]) utilizando las metodologías internas del laboratorio; finalmente, se elaboró una carta de color con imágenes de las frutas en estudio y se realizaron análisis de varianza y pruebas de Tukey al 5 % en cada factor de estudio para determinar las diferencias estadísticamente significantes. El porcentaje de cáscara fue inversamente proporcional al porcentaje de pulpa, en los estados iniciales de madurez, el porcentaje de cáscara incrementó y el de pulpa disminuyó, pero cuando la fruta alcanzó su madurez, el porcentaje de cáscara descendió y el porcentaje de pulpa aumentó; al llegar a madurez, la firmeza y la acidez titulable disminuyeron, y el pH y los sólidos solubles aumentaron. Se concluyó que a partir del grado dos de madurez se puede cosechar la fruta. Se recomienda determinar el tiempo de vida postcosecha en base a diferentes temperaturas de almacenamiento.

Palabras clave: <CARACTERÍSTICAS FÍSICAS>, <CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS>, <ÍNDICE DE MADUREZ>, <LA JOYA DE LOS SACHAS (CANTÓN)>, <MADUREZ DEL FRUTO>, <PITAHAYA AMARILLA (*Selenicereus megalanthus*)>, <POSTCOSECHA>.

Leonardo Medina.
12-04-2023.



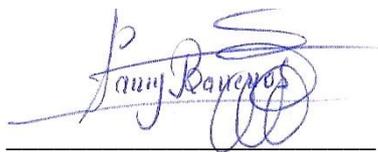
2460-DBRA-UTP-2022

ABSTRACT

The present investigation consisted in studying the fruit quality in species *Selenicereus megalanthus* (yellow pitahaya) on different stages of maturity in Joya of Sachas canton. For the experimental part, a completely randomized block design was used with a total 84 pitahaya fruits distributed in seven treatments with three units each, four replications; these treatments were based on maturity levels based on a scale from zero to six, ranging from initial maturity to over maturity, respectively; Once the fruits were harvested, they were transferred to the Food Quality Laboratory, where the physical (diameter, length, fresh weight, peel firmness, flesh firmness, peel weight, flesh weight) and chemical (pH, total soluble solids [TSS], total titratable acidity [TTA]) characteristics were evaluated using the laboratory's internal methodologies; Finally, a color chart was prepared with images of the fruits under study and analysis of variance 5% Tukey tests were performed on each study factor to determine statistically significant differences. The percentage of peel was inversely proportional at pulp percentage; in the initial stages of maturity, the peel percentage increased, and the pulp percentage decreased, but when the fruit reached maturity, the percentage of peel decreased and the percentage of pulp increased; when maturity was reached, firmness and titratable acidity decreased, the pH and soluble solids increased. It was concluded that the fruit can be harvested from maturity grade two onwards. It is recommended to determine the postharvest shelf life based on different storage temperatures.

Key words: <PHYSICAL CHARACTERISTICS>, <CHEMICAL CHARACTERISTICS>, <MATURITY INDEX>, <THE JEWEL OF THE SACHAS (CANTON)>, <FRUIT MATURITY>, <FRUIT MATURITY FRUIT>, <YELLOW PITAHAYA (*Selenicereus megalanthus*)>, <POSTRUMPENESS>.

Translated by:



Nancy de las Mercedes Barreno Silva, Mgs.

DOCENTE ENGLISH-ESPOCH

INTRODUCCIÓN

La producción mundial de pitahaya se ha incrementado en los últimos años, generalmente en los países de Asia como Tailandia y Vietnam; y América Latina como Ecuador, México, Nicaragua y Colombia (Jiménez, 2022, p. 1). Las características físicas y químicas de la fruta dependen de la especie y varían considerablemente (Vera et al., 2021, p. 141). Comúnmente se desarrolla en zonas con climas tropicales y es considerada una fruta de corteza suave con un color amarillo intenso que cubre la pulpa jugosa de color blanco con semillas negras, además es importante mencionar que internacionalmente esta especie es apreciada por sus características organolépticas y su contenido nutricional (Sánchez, 2018, p. 20).

La pitahaya amarilla cultivada en Ecuador es vista como una nueva opción de producción agrícola, que permite mejorar el nivel de vida de los agricultores, además, en el mercado internacional, esta fruta tiene un alto potencial de comercialización e industrialización (Vera et al., 2021, p. 142). El principal uso de este fruto es alimenticio debido a los diversos nutrientes que aporta a la dieta alimenticia, entre ellos podemos encontrar vitamina C y A, fosfato, potasio, hierro, y calcio; además, es una rica fuente de calorías y agua.

En Ecuador se identificaron dos variedades de pitahaya amarilla, la variedad Nacional producida en el callejón interandino y la variedad Palora cultivada en la Amazonía con un peso promedio de 160 g y 380 g, respectivamente. A nivel nacional, se estima que existen 500 hectáreas de pitahaya, siendo el cantón Palora, provincia de Morona Santiago, la principal zona de producción (Sotomayor et al., 2019, p. 90). Es importante recalcar que el ecotipo cultivado en Morona Santiago fue denominado autóctono de la provincia, lo cual le da sentido de identificación y permanencia (Sánchez, 2018, p. 20).

Desde el campo de la fisiología y de los aspectos económicos de los cultivos, la calidad es muy importante; si a esta actividad no se le pone la suficiente atención se amenazan las producciones de los cultivos y por ende las ganancias económicas de los productores (Sánchez, 2018, p. 21). A pesar que la pitahaya tiene una alta demanda a nivel mundial, niveles de madurez muy avanzados pueden propiciar el incremento de patologías, así como las diferentes condiciones ambientales a las que puede estar expuesta la especie (Jiménez, 2022, p. 1). Bajo esta perspectiva, la investigación se centra en estudiar la calidad de la fruta de pitahaya amarilla (*Selenicereus megalanthus*) en diferentes estados de madurez para establecer una madurez mínima aceptable en que se debe realizar la cosecha, en el Cantón La Joya de los Sachas.

CAPÍTULO I

1. DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA

1.1. Antecedentes

La producción mundial de pitahaya, se ha incrementado en los últimos años, con un aproximado de 10 345 hectáreas, lo que se refleja en los países de Asia como: Tailandia y Vietnam y países de América latina como Ecuador, México, Nicaragua y Colombia (Jiménez, 2022, p. 1).

Los países con mayores niveles de producción a nivel mundial son Colombia, Ecuador e Israel y los mayores consumidores son Japón, Canadá y Estados Unidos y Europa (Jiménez, 2022, p. 1). En Ecuador también hay una importante demanda de esta especie exótica, siendo las provincias de Imbabura, Santo Domingo, Pichincha, Manabí, Bolívar, Loja, Los Ríos, Napo, Santa Elena, Guayas, y Morona Santiago las que se dedican a la producción de pitahaya amarilla (Andrade y Ruano, 2016, p. 5).

En Ecuador existen 1528 hectáreas dedicadas al cultivo de pitahaya, con un rendimiento medio de 7,6 ton/ha (Vera et al., 2021, p. 142). Esta especie es atractiva por su aspecto externo, corteza amarilla con espinas y pulpa blanca con pequeñas semillas negras (Vargas et al., 2020, p. 8). La producción de esta fruta exótica se desarrolla a lo largo del año, siendo los meses de mayo y septiembre los de menor producción (Andrade y Ruano, 2016, p. 4).

A nivel nacional se cultivan dos ecotipos de esta especie; la pitahaya nacional o pichincha que es cultivada en el noroccidente de Pichincha y son frutos que contienen hasta 150 g, mientras que el ecotipo Palora se desarrolla con mayor frecuencia en Morona Santiago y comprende un peso de hasta 350g (Sotomayor et al., 2019, p. 90). Es importante mencionar que este último ecotipo fue declarado en el 2018 como Pitahaya Amazónica de Palora, lo cual otorga un sentido de pertenencia y autenticidad a la fruta respecto a la provincia (Vargas et al., 2020, p. 7).

Debido a la popularidad de la fruta y su acogida a nivel nacional e internacional, los productores del cantón Palora crearon diferentes asociaciones, mismas que posteriormente se fusionaron y crearon la “Asociación de Productores de Pitahaya Palora”, conformada por 138 integrantes que abarcan 1528 ha, fusión hasta hoy en día ha permitido la vinculación con proyectos gubernamentales dentro del país (MAG, 2019, párr. 2).

1.2. Identificación del problema

A nivel mundial, la pitahaya es una fruta con altos niveles de demanda debido a su uso industrial y agroindustrial, de aquí la importancia de los estándares de calidad para el producto, así como la consideración de la genotipificación y el manejo óptimo de la cadena de productividad (Vera et al., 2021, p. 141). En el Ecuador, la pitahaya es considerada un cultivo poco tradicional, en los últimos años, según las estadísticas de comercio exterior, las exportaciones se han incrementado alcanzando las 7.498,80 toneladas en el 2019, generando más de \$44 millones en ingresos para el país; trimestre de 2020 se exportaron 5.831,30 toneladas de fruta a un precio de US \$28,4 millones. Estas cifras muestran la importancia de esta fruta en el mercado internacional y la existencia de oportunidades de expansión. Como fruta exótica, los productores quieren un mayor acceso a los mercados chino y ruso (Vargas et al., 2020, p. 40).

La información con respecto a la fruta es escasa y su diversidad es variada; sin embargo, algunos estudios han demostrado que los ejemplares del ecotipo Palora contiene considerables valores de firmeza, sólidos solubles, vitamina C, acidez titulable, antioxidantes y polifenoles (Sotomayor et al., 2019, p. 90). Sin embargo, es importante mencionar que es un fruto de vida útil corta, por lo cual los procesos de conservación y tiempo de percha son parámetros que hay que tener muy presente (Vera et al., 2021, p. 142).

La maduración es un parámetro importante y depende de la distancia que debe viajar el fruto, por ejemplo, el estado de maduración 4 es óptimo para la exportación, mientras que para el consumo nacional se debe considerar el estado 5 y 6 (Norma Técnica Colombiana NTC-3554). Según Vargas et al. (2020, p. 32) es relevante conocer el estado de maduración óptimo (tamaño, color, firmeza y sabor), ya que aspectos como la calidad nutricional, organoléptica y postcosecha de la fruta son dependientes del grado de madurez.

De la misma forma, Vargas et al. (2020, p. 32) alude que un producto en óptimas condiciones debe cumplir con algunas características, como: ser un fruto ovoide, intacto, sin heridas, el aspecto externo debe ser exuberante (no atacado por insectos o patologías), limpio, sin espinas, sin cuerpos extraños, pecíolos de 15 a 20 mm de longitud, debe estar libre de olores y sabores extraños, y los residuos de pesticidas no deben exceder los límites máximos permitidos por el Codex Alimentarius.

Por todo lo expuesto anteriormente, las etapas de maduración cuando no son controladas adecuadamente pueden considerarse un problema, puesto que algunos de sus componentes se degradan, disminuye su aspecto, acorta la vida útil y modifica su persistencia a ciertas enfermedades y patologías.

1.3. Justificación

El cultivo de la pitahaya amarilla en el norte de la Amazonía ecuatoriana es una alternativa de producción que permite fortalecer el desarrollo económico del Cantón La Joya de los Sachas, además, de ofrecer una fuente de empleo para los productores y una fuente de ingresos para los países productores, ya que esta fruta tiene mucha demanda a nivel internacional, por sus propiedades nutraceuticas (Vera et al., 2021, p. 142).

Es importante mencionar que en Ecuador este tipo de cultivo es reciente y a diferencia de otros países, el fruto es mucho más dulce, tiene mejor calidad, tiene menor tiempo de cosecha y producción. Además, las propiedades medicinales y nutricionales le han otorgado importancia dentro de la industria (Vargas et al., 2020, p. 3).

Bajo esta perspectiva, al ser un cultivo nuevo en la región amazónica del Ecuador; el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, Estación Experimental Central de la Amazonía, Programa de Fruticultura y Laboratorio de Calidad de Alimentos ha desarrollado tecnologías de producción sostenible a través de la evaluación del comportamiento agronómico y la calidad de la fruta de pitahaya amarilla (*Selenicereus megalanthus*) cultivada en tutores vivos en la Finca PitaCastro para comprender las etapas de maduración del fruto y de esta forma ofrecer los mejores estándares de calidad. Por lo tanto, este estudio tiene como finalidad determinar los índices de madurez y los cambios físico-químicos en los estados de desarrollo de la fruta de pitahaya amarilla para definir una madurez mínima aceptable en que se debe realizar la cosecha, en el Cantón La Joya de los Sachas.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo general

Estudiar la calidad de la fruta de pitahaya amarilla (*Selenicereus megalanthus*) mediante la evaluación de los parámetros físico químicos para determinar el índice de madurez mínimo aceptable en que se debe realizar la cosecha, en el Cantón La Joya de los Sachas.

1.4.2. Objetivos específicos

- Determinar los índices de madurez de los frutos de pitahaya amarilla (*Selenicereus megalanthus*) cultivada en el Cantón La Joya de los Sachas utilizando como referencia la carta de color de la Norma Técnica Colombiana NTC-3554.
- Analizar la calidad en los diferentes estados de desarrollo del fruto de pitahaya amarilla mediante la determinación de parámetros fisicoquímicos para establecer una madurez mínima aceptable en que se debe realizar la cosecha en la localidad de estudio.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

2.1. Antecedentes

Según Vera et al. (2021, p. 143), la pitahaya amarilla pertenece a la familia de las cactáceas y posee una diversidad de especies con características diferentes. Esta fruta tiene gran potencial industrial en todo el mundo debido al contenido nutricional que posee. Sin embargo, en Ecuador este cultivo es nuevo y la información es escasa, por tal motivo el autor evaluó el efecto de la madurez inicial, media y completa sobre las propiedades físicas y químicas de *Selenicereus megalanthus* en temperaturas de 26,8 y 20 °C. Los principales resultados mostraron que la madurez inicial tuvo menor influencia sobre las propiedades de la fruta, puesto que el peso, pH, reducción y firmeza a excepción del diámetro y sólidos solubles.

Por otro lado, Sotomayor et al. (2019, p. 93) menciona que el peso de la fruta incrementa conforme progresa la maduración del fruto. Por otra parte, señala que el fruto joven tiene más corteza y menos pulpa, pero a medida que madura, el porcentaje de corteza disminuye y el porcentaje de pulpa aumenta. Así mismo, a medida que la fruta madura, la dureza y la acidez de la pulpa son más bajos y los sólidos solubles y pH altos. Finalmente, los frutos en el estado 6 de madurez son mejor aceptados tanto en términos de color externo como de apariencia de brácteas; sin embargo, para sabor (equilibrio de dulzura y acidez) ambos estados (0 y 6) son aceptables debido al alto contenido de sólidos solubles.

López y Vera (2021, p. 6) señala que la pitahaya amarilla en estado de madurez 6 a nivel postcosecha presenta una mayor reducción de peso, diámetro, firmeza, sólidos solubles, acidez titulable y pH.

2.2. Referencias teóricas

2.2.1. Pitahaya

La planta pitahaya es un cactus robusto con un tallo largo y triangular, el proceso de formación del fruto desde la polinización hasta la cosecha dura entre 4 y 8 meses. El fruto obtenido es ovoide, de corteza escamosa, con un color externo que cambia de verde a amarillo durante su desarrollo (Pichuasamín, 2021, p. 1). La pitahaya amarilla es una fruta tropical apreciada en los mercados nacionales e internacionales por su excelente sabor, apariencia, calidad y propiedades nutricionales (Altamirano et al., 2021, p. 304).

2.2.1.1. Origen y distribución

Según Quijije (2021, p. 10) la pitahaya (*Selenicereus* sp.) es una fruta exótica originaria de América Central y parte de América del Sur, fue descubierta en la naturaleza por los conquistadores españoles. Hay especies distribuidas en Colombia, México, Bolivia, Venezuela, Ecuador, Perú, Centroamérica y Antillas.

En Ecuador *Selenicereus* sp. fue recaudada y reportada en 1983 por Lawesson en la localidad del Río Yasuní, Garza Coche a 01° 05'S 075° 47'W y en 1987 por Cerón en la reserva biológica Jatun Sacha, río Napo a 8 km de Misahuallí a 01° 04'S 077°36'W (Vargas et al., 2020, p. 9).

La pitahaya amarilla se cultiva en la provincia de Loja, las estribaciones noroccidentales de la provincia de Pichincha, Imbabura y Morona Santiago, extendiéndose hasta las provincias amazónicas del norte de Orellana y Sucumbíos del Ecuador, por su potencial exportado (Córdova, 2022, p. 4).

2.2.1.2. Taxonomía

En la siguiente tabla 1-2 se describe la clasificación taxonómica de la pitahaya amarilla (Vargas et al., 2020, p. 9).

Tabla 1-2: Clasificación taxonómica de la pitahaya

Nombre científico	<i>Hylocereus</i> spp. o <i>Selenicereus</i> sp.
Reino	Plantae
Subreino	Tracheobionta
Súper división	Spermatophyta
División	Magnoliophyta
Clase	Equisetopsida C. Agardh
Sub clase	Magnoliidae Novák ex Takht.
Suborden	Caryophyllanae Takht.
Orden	Caryophyllales Juss. ex Bercht& J. Presl
Familia	Cactaceae Juss.
Género	<i>Selenicereus</i>
Especie	<i>Selenicereus</i> sp.

Fuente: Vargas et al., 2020, p. 9.

Realizado por: Reyes, Lisette, 2022.

2.2.1.3. Morfología

El género *Selenicereus* es de color verde a amarillo, dependiendo de su estado de madurez, con pulpa blanca y pequeñas semillas negras. La vaina es ovada y cubierta de espinas, dulce y fragante, suele tener 90 mm de largo y un máximo de 70 mm de diámetro (Pichuasamín, 2021, p. 4).

Tabla 2-2: Morfología de la Pitahaya

Morfología	Detalle
Raíz	<p>La raíz de pitahaya es de dos tipos:</p> <p>Raíz primaria: esta se penetra en el suelo y nutre la planta;</p> <p>Raíces secundarias: surgen en la parte aérea de la planta y su función es servir de sostén; para ello, se fijan firmemente a la superficie de las estacas que les sirven de soporte, como árboles vivos o muertos, rocas, paredes, techos, etc.</p>
Tallo	<p>La pitahaya amarilla es una planta trepadora cuyo grosor varía de 4 a 10 cm según el clima, el crecimiento de la planta y la exhibición a la luz. El revestimiento consta de tres nervaduras que en sección transversal forman un triángulo, aunque en algunos casos se puede observar que la base del revestimiento tiene de cuatro a siete nervaduras y termina en tres. Sobre ellos hay nódulos, exclusivos de los cactus. Esta forma cóncava que tiene el tronco entre borde y borde parece ser una adaptación que tiene mucho que ver con el patrón de crecimiento del árbol, ya que actúa como un canal para que el agua fluya en los bosques tropicales hasta las raíces, por aire o por carretera.</p> <p>Los tallos son suculentos, de epidermis exterior gruesa, característica que facilita su desarrollo en zonas de baja precipitación. Por otro lado, la pérdida excesiva de agua en épocas de poca agua es regulada por la presencia de mucílagos, cierre de estomas y otras sustancias contenidas en el tallo.</p>
Flores	<p>Las flores son tubulares, de ovario unilobulado, numerosos estambres, brácteas completamente verdes o verdes con bordes rojos, y pétalos de color blanco brillante. Mide aproximadamente 40 cm. Durante mucho tiempo, esta flor solo florece de noche y por ello se la conoce como la "reina de las tinieblas". Tan pronto como la flor es polinizada, comienza a marchitarse y crecer suspendida, allanando el camino para la formación de frutos en la base.</p>
Fruto	<p>Se caracterizan por una forma ovoide. En la variedad amarilla; estos tienen nudos o brácteas, llamados así por las protuberancias alrededor del fruto, en cada fruto se producen de 4 a 8 espinas, las cuales comienzan a tornarse moradas en la cosecha, y durante la madurez a color marrón.</p>
Semilla	<p>Se encuentran en la pulpa del fruto, son de color negro, pequeños, delgados, numerosos y recubiertos de un mucílago. En cuanto a su siembra, necesita tiempo para crecer y su cosecha se retrasa.</p>

Fuente: Quijije, 2021; Sánchez, 2018; Cerén, 2019.

Realizado por: Reyes, Lisette, 2022.

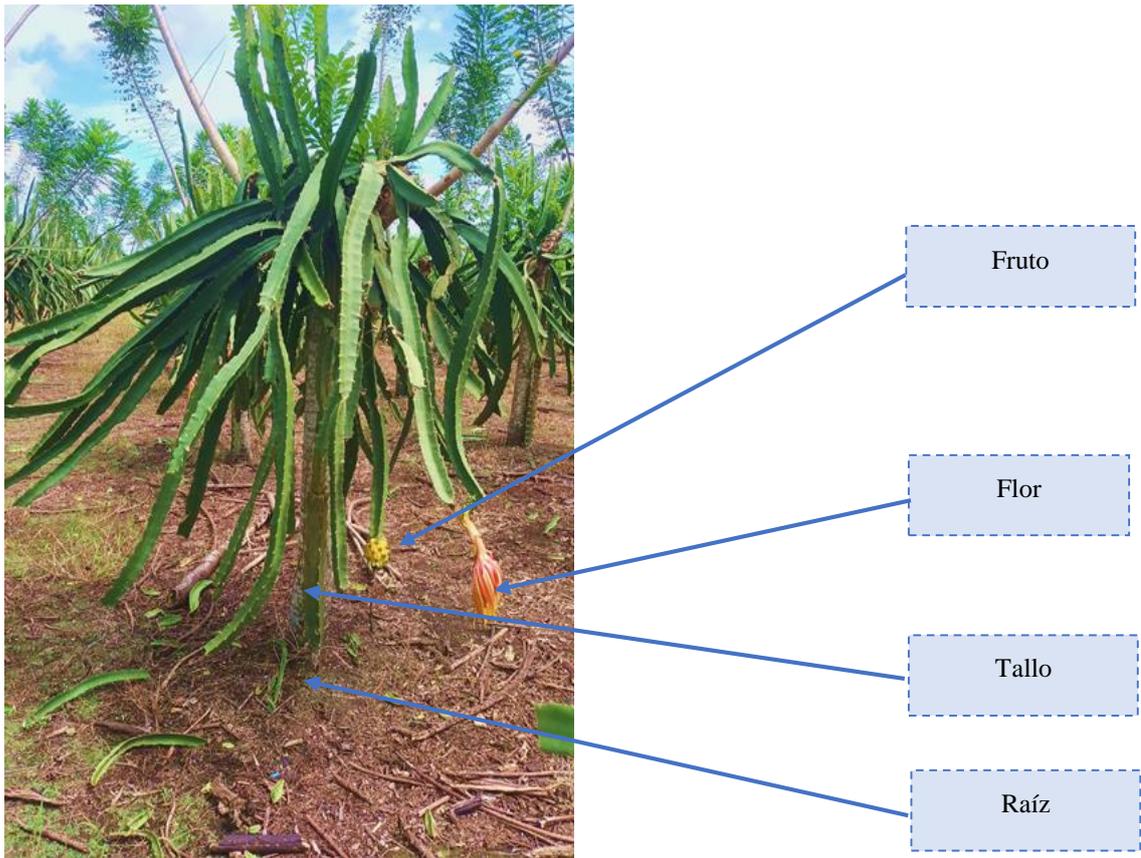


Ilustración 1-2: Morfología de la pitahaya amarilla

Realizado por: Reyes, Lisette, 2022.

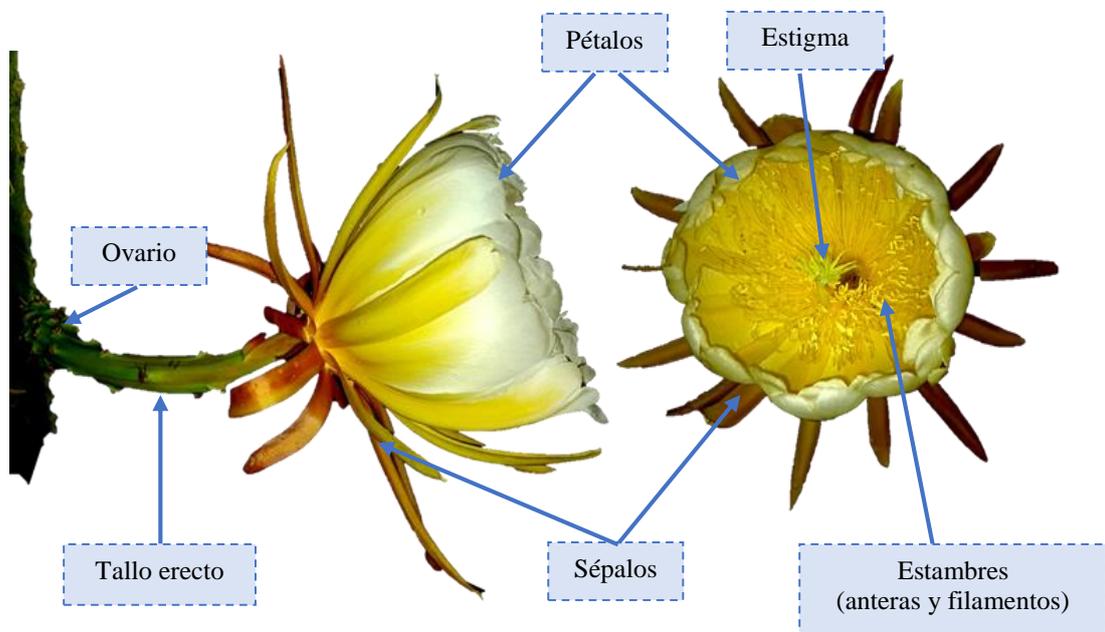


Ilustración 2-2: Morfología de la flor de pitahaya amarilla

Realizado por: Reyes, Lisette, 2022.

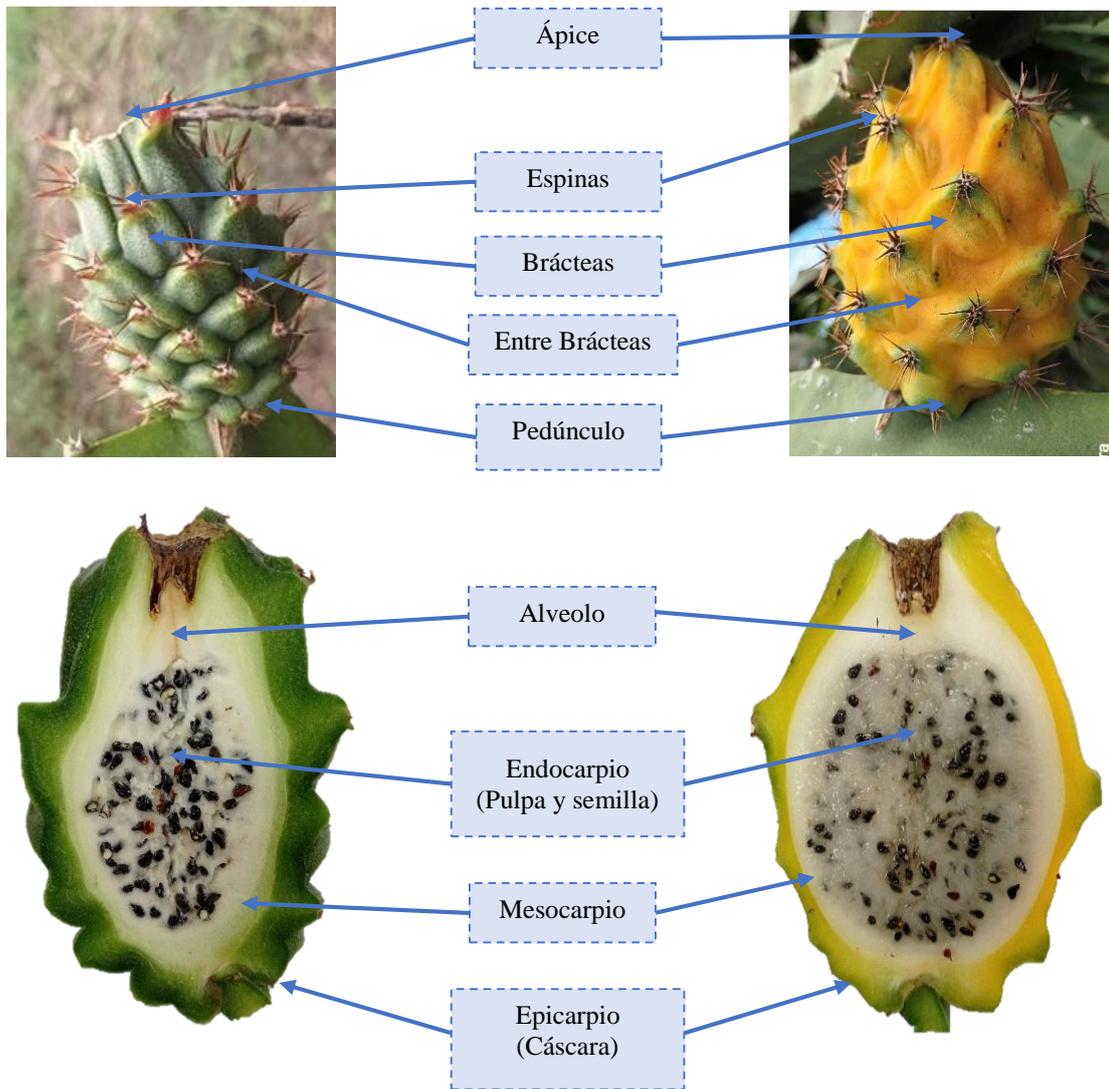


Ilustración 3-2: Morfología de la fruta de pitahaya amarilla

Realizado por: Reyes, Lisette, 2022.

Por otro lado, es importante mencionar que existen dos tipos de pitahaya amarilla y éstas presentan características diferentes respecto a su morfología, las mismas que se describen en la Tabla 3-2.

Tabla 3-2: Diferencias entre la pitahaya amarilla Palora y Nacional

Ecotipo	Parte de la planta	
	Fruto	Tallo
Nacional	8 a 10 cm de largo Hasta 250 g de peso	5 cm de grosor
Palora	12 cm de largo Hasta 1000 g de peso	Hasta 10 cm de grosor

Fuente: Vargas et al., 2020, p. 10.

Realizado por: Reyes, Lisette, 2022.

2.2.1.4. Composición nutricional

Esta fruta es rica en fibra, calcio, fósforo y vitamina C, tiene efectos curativos con muchas aplicaciones que van desde aliviar problemas estomacales comunes, así como patologías relacionadas a la diabetes y problemas endocrinos, hay que destacar el alto contenido en vitamina C, que interviene en la formación de colágeno, huesos y dientes, glóbulos rojos, favorece la absorción del hierro de los alimentos, combate las infecciones y contiene una acción antioxidante. De gran ayuda para las personas que padecen anemia ferropénica (deficiencia de hierro), el consumo de esta fruta minimizará los niveles de ácido úrico en la sangre, previniendo así problemas en las articulaciones (López y Vera, 2021, p. 6). En la siguiente Tabla 4-2 se describe los componentes nutricionales en 100 g de pulpa de pitahaya amarilla.

Tabla 4-2: Composición nutricional de la pitahaya

Componentes	Pitahaya amarilla (<i>Selenicereus megalanthus</i>)		
	López y Vera en 2021	Sánchez en 2018	Quijije en 2021
Ácido ascórbico (mg)	4	4	4
Agua (%)	84,8	85,4	85,4
Proteína (g)	0,67	0,4	0,4
Grasas (g)	-	0,1	0,1
Carbohidratos (g)	13,38	13,2	13,2
Fibra dietética (g)	0,77	0,5	0,5
Calcio (mg)	10	10	10
Hierro (mg)	0,3	0,3	0,3
Fosforo (mg)	16	16	16,9
Tiamina (mg)	0,28 – 0,43	-	-
Riboflavina (mg)	0,043 – 0,045	-	-
Niacina (mg)	0,2	0,2	0,2
Ceniza (mg)	0,4	0,4	0,4

Fuente: López y Vera, 2021; Sánchez, 2018; Quijije, 2021.

Realizado por: Reyes, Lisette, 2022.

2.2.1.5. Fenología

La luz y la temperatura influyen directamente en la floración de la pitahaya, puesto que aumentar la velocidad, sincronización y germinación de las plántulas. La pitahaya amarilla florece en los periodos lluviosos y puede llegar a tener hasta 7 ciclos de floración en un lapso de 8 meses. Normalmente, la pitahaya amarilla requiere de un aproximado de 138 días para completar su etapa de floración (López y Vera, 2021, p. 9; Sánchez, 2018, p. 20; Quijije, 2021, p. 10). En la figura 4-2 se describen las etapas de la fenología.

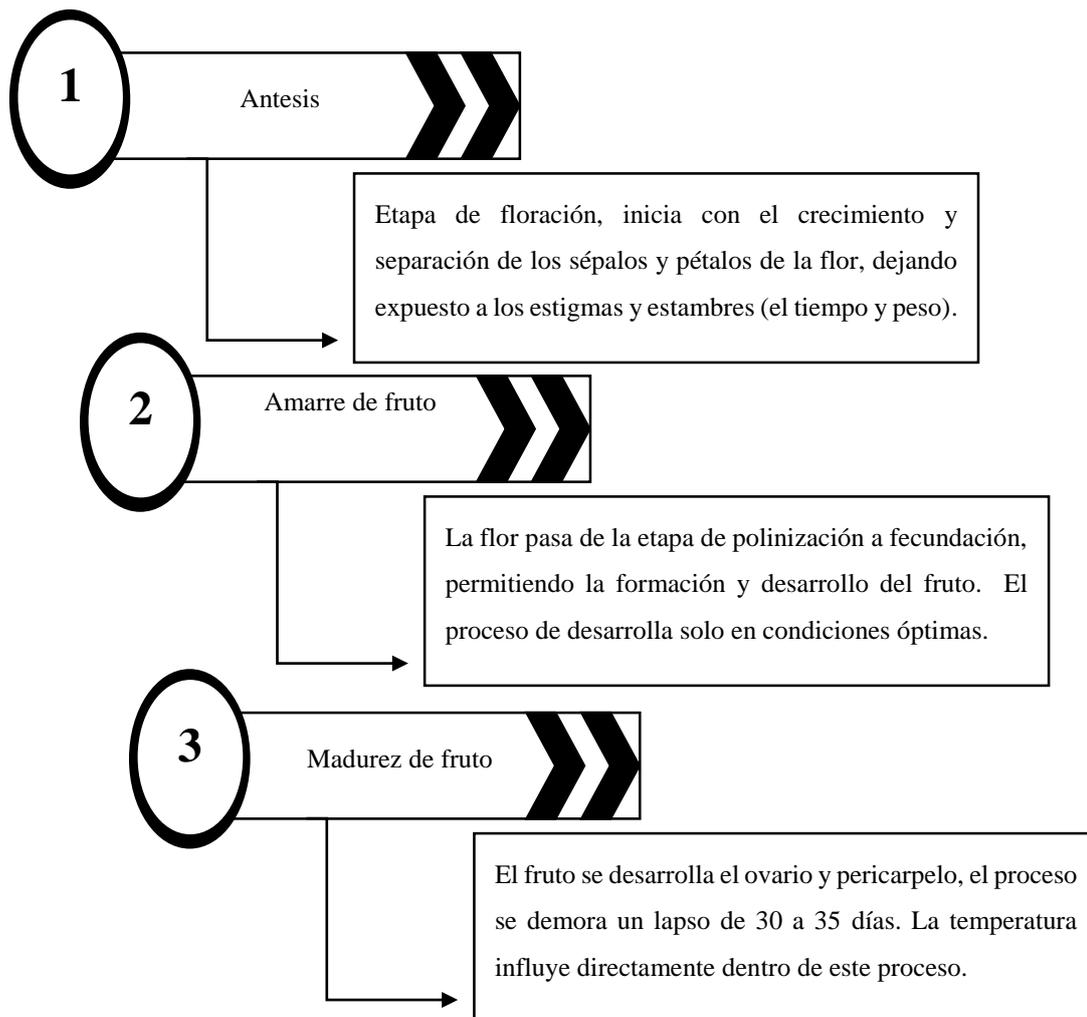


Ilustración 4-2: Etapas de la fenológica de la pitahaya amarilla

Realizado por: Reyes, Lisette, 2022.

Según Cerén (2019, p. 8) los polinizadores para las especies de pitahaya encierran a las mariposas nocturnas, murciélagos y abejas, siendo las mariposas nocturnas (*Manduca sexta* y *agrius cingulatus*) la especie más frecuente respecto al proceso de polinización, al igual que los himenópteros.

2.2.2. Beneficios de la pitahaya

El alto contenido de vitamina C, fibra, carbohidratos y agua hacen de la pitahaya una fruta excepcional, denominándolo como un alimento funcional y nutritivo, siendo el beneficio más destacado su capacidad antioxidante, debido a que sus semillas poseen un alto contenido de ácidos grasos naturales, especialmente el ácido linoleico, además el aceite de sus semillas posee un efecto laxante, calma problemas gástricos, mejora el funcionamiento del tracto digestivo y disminuye el colesterol en la sangre (Sotomayor et al., 2019, pp. 89-90).

De la misma forma Vargas et al. (2020, p. 12) menciona que esta aporta significativamente en la salud de personas diabéticas, puesto que regula los niveles de azúcar en la sangre, además de reducir la presión arterial alta, disminuye enfermedades cardiovasculares o neuronales, es ideal para planes alimenticios enfocados a la disminución de tallas, calma los síntomas de catarros y estados gripales, promueve la formación de glóbulos rojos, glóbulos blancos, plaquetas, formación y mantenimiento óseo, cuenta con propiedades diuréticas, cardiovasculares y reduce los niveles de ácido úrico.

2.2.3. *Requerimientos edafoclimáticos*

La especie de pitahaya puede adaptarse a medios con poca agua y temperaturas que oscilan entre los 18 a 26 °C, con precipitación máximas de 1500 mm anuales. En la Tabla 5-2 se describen los principales factores edáficos y climáticos.

Tabla 5-2: Características edafoclimáticas de la pitahaya amarilla

Factor	Descripción
Temperatura	Climas cálidos subhúmedos, no tolerantes a temperaturas bajas o muy altas (>38°C). Temperatura optima de 18- 25°C.
Altitud	Entre 500 a 1900 msnm
Humedad relativa	Entre 70% y 80%
Pluviosidad	Desde 1200 a 2500 mm por año
Luz	La sombra reduce el desarrollo, por lo cual es importante el cultivo de esta especie en lugares bien alumbrados con la luz solar.
Sustrato	Se desarrolla de mejor forma en suelos franco-arenosos, húmedos, ricos en materia orgánica (>5), ligeramente ácidos (5-7) y bien drenados.

Fuente: Sánchez, 2018; Vargas et al., 2020.

Realizado por: Reyes, Lisette, 2022.

2.2.4. *Calidad postcosecha de la pitahaya amarilla*

Parámetros como el peso del fruto y cáscara, sólidos solubles totales, pH, acidez titulable, porcentaje de azúcares totales, vitamina C, fenoles, color y capacidad antioxidante son importante si se desea obtener un producto de calidad. Por ello, el manejo inadecuado en la etapa posterior a la cosecha puede disminuir la calidad del fruto causando pérdidas aproximadas al 30 % (López y Vera, 2021, p. 7).

Por otro lado Vargas et al. (2020, p. 33) señala que los sólidos solubles se incrementan y el ácido láctico y ascórbico disminuye mientras la fruta va madurando. Respecto a la calidad, los requisitos mínimos que deben cumplir los frutos al momento de la cosecha son: ovoides, enteros, sin heridas, aspecto fresco y sano (no atacados por insectos o enfermedades). Debe estar limpio, sin espinas, sin cuerpos extraños visibles, tallos de 15 a 20 mm de largo, sin olores ni sabores extraños, y sin residuos de pesticidas que no excedan el límite máximo del Codex Alimentario.

Con respecto a la calidad, la fruta se puede clasificar en 3 categorías, mismas que son detalladas en la figura 5-2.

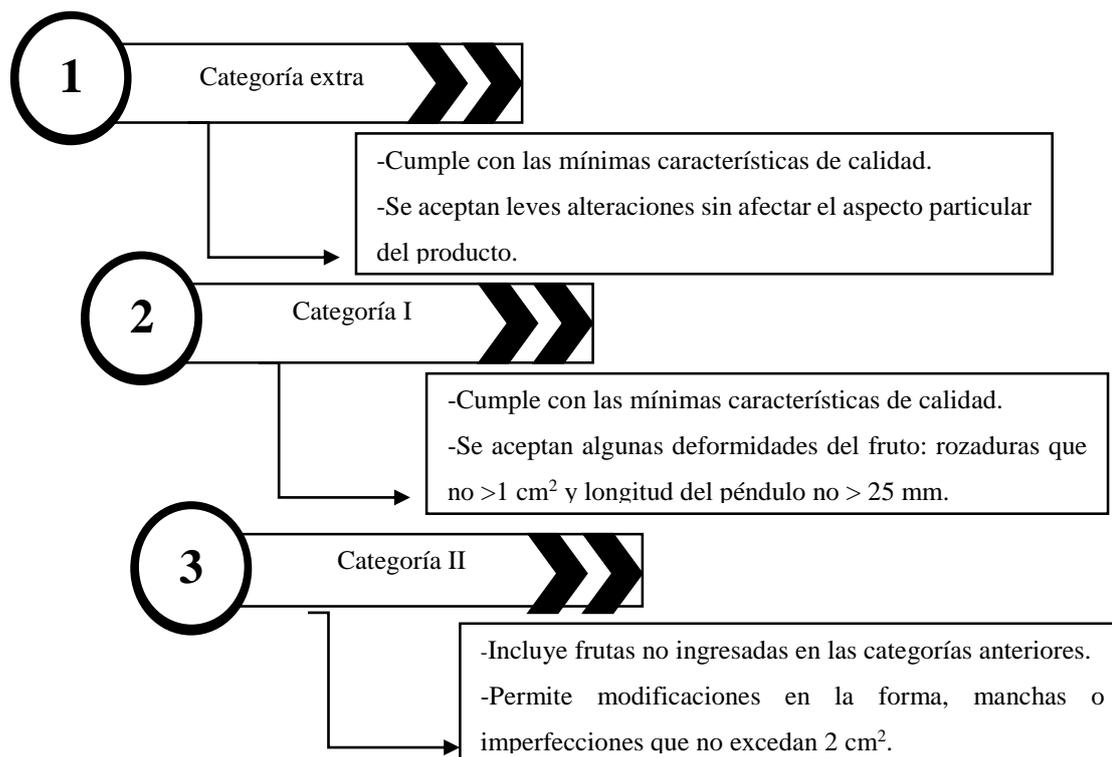


Ilustración 5-2: Clasificación según la calidad de la fruta de pitahaya amarilla

Realizado por: Reyes, Lisette, 2022.

2.2.5. Estado de Madurez

Las etapas de maduración son parámetros importantes para el manejo de postcosecha. Al determinar las etapas de maduración, es necesario considerar los cambios físicos y químicos que ocurren durante la elaboración del producto, la relación que existe entre las etapas de maduración y la calidad de la fruta después de la cosecha (López y Vera, 2021, p. 9).

Por otro lado, Vargas et al. (2020, p. 32) menciona que la cosecha de la fruta se la desarrolla de acuerdo a la distancia que debe viajar el fruto al momento de ser exportado, generalmente la maduración óptima corresponde a la etapa 4, mientras que para el consumo nacional se puede utilizar un estado de maduración de cinco o seis (Ilustración 6-2).



Ilustración 6-2: Grados de maduración de la pitahaya amarilla de acuerdo con la Norma Técnica Colombiana NTC-3554

Fuente: Norma Técnica Colombiana NTC-3554.

López y Vera (2022, p. 9) menciona algunos de los índices de madurez óptimos para que la pitahaya amarilla pueda ser cosechada y comercializada (Tabla 6-2).

Tabla 6-2: Índices de madurez óptimos para la cosecha y comercialización de pitahaya amarilla

Índices de madurez	Valor mínimo de cosecha
Color de la cáscara	Verde amarillo a amarilla con las mamilas verdes
Sólidos 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: López y Vera, 2021, p. 10.

Realizado por: Reyes, Lisette, 2022.

2.2.6. Producción de Pitahaya en Ecuador

Según López y Vera (2021, pp. 6-7) el Ecuador inicio sus procesos de producción y exportación de pitahaya en el año 2003, bajo estándares de excelente calidad, siendo su primera exportación de 0,3 toneladas, con tendencias a aumentar constantemente cada año.

El área dedicada al cultivo de pitahaya comprende un aproximado de 300 hectáreas ubicadas en las provincias de Morona Santiago, Pichincha y Santo domingo, siendo el cantón Palora el mayor representan de producción de pitahaya amarilla. A pesar que la producción varía por año, las estaciones de mayor cosecha corresponden a febrero y marzo, mientras que los meses de menor producción son los de junio, septiembre y noviembre (Pichuasamín, 2021, p. 6).

En un sistema habitual, esta especie produce un aproximado de 40 frutos con un peso promedio de 250 gramos, lo cual representa un rendimiento de 14 toneladas de fruta por hectárea a partir del séptimo años en México. Por el contrario, en Ecuador se consigue un rendimiento de 6,25 toneladas por hectárea, por ende, el rendimiento y niveles de producción va a variar considerablemente en dependencia al lugar donde se desarrolle y las condiciones a las que esté expuesto el cultivo (Paredes, 2021, p. 16). A diferencia de la región amazónica, la sierra ecuatoriana ha presentado inconvenientes respecto a su expansión de tierras para el cultivo de pitahaya debido a su perfil montañoso lo que dificulta la siembra (Quijije, 2021, p. 10).

Según las estadísticas de comercio exterior, las exportaciones de pitahaya de Ecuador han aumentado en los últimos años, alcanzando 798,80 millones de toneladas en 2019, lo que representa más de cuarenta y cuatro millones en ingresos para el país; En el primer trimestre de 2020 se exportaron 5.831,30 toneladas de fruta, equivalentes a USD 28 millones de dólares (Vargas et al., 2020, p. 40). Por otro lado, los principales países consumidores de esta fruta corresponden a los países de Asia, Estados Unidos y Europa con un 42%, 50,6% y 41% respectivamente (Quijije, 2021, p. 11).

CAPÍTULO III

3. MARCO METODOLÓGICO

3.1. Área de estudio

La investigación experimental se realizó en la finca PitaCastro perteneciente al Sr. Ciro Castro, ubicada a 30 minutos de la cabecera parroquial en el recinto El Oro, Cantón La Joya de los Sachas, Provincia de Orellana, situada en 20°27' N latitud y 87°40' E longitud, con una altitud de 282 m.s.n.m., precipitación promedio de 3217 mm/año, temperatura promedio anual 24°C, humedad relativa del 91.5%, con un clima húmedo tropical. En cuanto, a los análisis físicos y químicos, se llevó a cabo en la Estación Experimental Central de la Amazonía (EECA), en el Laboratorio de Calidad de Alimentos, ubicada en la parroquia San Carlos, Cantón Joya de los Sachas, Provincia de Orellana (Ilustración 1-3).



Ilustración 1-3: Ubicación del área de estudio

Realizado por: Reyes, Lisette, 2022.

3.2. Materiales y métodos

3.2.1. Materiales y equipos

Los equipos, materiales y reactivos de laboratorio que se utilizaron en el proyecto experimental están descritos en la Tabla 1-3.

Tabla 1-3: Equipos, materiales y reactivos de laboratorio

	Rubros	Unidad	Cantidad
Equipos de laboratorio	Balanza digital Citizen Scale (modelo CG 4102)	Unidad	1
	Trituradora	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
	Agitador magnetico	Unidad	1
Materiales de laboratorio	Rubros	Unidad	Cantidad
	Vaso de precipitación de 250 ml	Unidad	7
	Vaso de precipitación de 30 ml	Unidad	7
	Probeta de 25 ml	Unidad	2
	Probeta de 100 ml	Unidad	7
	Pinza mariposa	Unidad	1
	Soporte universal	Unidad	1
	Bureta	Unidad	1
	Frasco lavador	Unidad	1
	Imán de agitador	Unidad	2
	Mascarillas quirúrgicas 50 unidades	Caja	50
	Guantes quirúrgicos	Caja	1
	Tabla de picar	Unidad	1
	Cuchillo	Unidad	1
Parafilm	Unidad	1	
Reactivos	Rubros	Unidad	Cantidad
	Agua destilada	ml	150
	Hidróxido de sodio al 0,1 % NaOH	ml	260
	Fenolftaleína	Unidad	1

Realizado por: Reyes Lisette, 2022.

Los materiales de campo, materia prima, materiales y equipos de oficina que se usaron en el proyecto experimental están descritos en la Tabla 2-3.

Tabla 2-3: Descripción de los materiales de campo, materia prima, materiales y equipos de oficina

	Rubros	Unidad	Cantidad
Materiales de Campo	Etiquetas	Unidad	84
	Libro de campo	Unidad	250
	Tijeras de podar	Unidad	1
	Guantes de jardinería	Pares	1
	Rollo cinta peligro	Unidad	1
	Calibrador digital Mitutoyo (modelo CD-6" CS)	mm	1
	Ropa de trabajo	Unidad	1
	Fundas de plástico	Unidad	2
	Piola (rollo)	Unidad	1
	Cooler	Unidad	1
Materia prima	Rubros	Unidad	Cantidad
	Frutos de pitahaya amarilla	Unidad	84
Materiales de oficina	Rubros	Unidad	Cantidad
	Lápiz	Unidad	1
	Cuaderno	Unidad	1
	Esfero	Unidad	2
	Hojas	Unidad	250
	Tablero apoyamanos	Unidad	1
	Borrador	Unidad	1
	Marcador permanente	Unidad	1
	Regla	Unidad	1
	Sacapuntas	Unidad	1
	Corrector	Unidad	1
	Mica para plastificar	Unidad	14
	Plastificadora A4	Unidad	1
	Etiquetas de precios	Unidad	4
Tijeras	Unidad	1	
Equipos de oficina	Rubros	Unidad	Cantidad
	Impresora	Unidad	1
	Memoria USB	Unidad	1
	Computadora	Unidad	1
	Cámara de celular	Unidad	1

Realizado por: Reyes, Lisette, 2022.

3.3. Metodología

3.3.1. Factores en estudio

El factor de estudio del proyecto experimental fue el índice de madurez del fruto.

3.3.2. Unidad experimental

La unidad experimental estuvo constituida por las siguientes características que se describen en la Tabla 3-3.

Tabla 3-3: Características de la unidad experimental

Número de frutos por unidad experimental	3
Número de tratamientos	7
Número de repeticiones	4
Número de unidades experimentales	28
Número total de frutos	84

Realizado por: Reyes, Lisette, 2022.

3.3.3. Tratamiento

Los tratamientos del proyecto experimental fueron los 7 estados de madurez de la fruta de pitahaya amarilla, se describen en la siguiente Tabla 4-3.

Tabla 4-3: Descripción de tratamientos en los diferentes estados de madurez del fruto de pitahaya amarilla

Nº de tratamientos	Descripción
0	Madurez inicial (fruto verde oscuro con espinas café)
1	Madurez inicial (fruto verde con leves visos de color amarillo en la cáscara)
2	Madurez media (fruto verde con trazas de color amarillo)
3	Madurez avanzada (fruto verde - amarillo)
4	Madurez avanzada (fruto amarillo con leves visos de color verde en las mamilas)
5	Madurez avanzada (fruto amarillo y las puntas de las mamilas son verdes)
6	Sobre madurez (fruta completamente amarilla)

Fuente: Guerrero, 2015, p. 55.

Realizado por: Reyes, Lisette, 2022.

3.3.4. *Diseño experimental*

Para cumplir con los dos objetivos se utilizó un diseño de bloques completamente aleatorizado (BCA), con 7 tratamientos y cuatro repeticiones.

3.3.5. *Análisis estadístico*

El Análisis de Varianza de los estudios presentados, se ejecutó bajo el siguiente esquema (Tabla 5-3).

Tabla 5-3: Análisis de Varianza (ADEVA)

Fuentes de variación	Grados de Libertad (GL)
Tratamientos	6
Repeticiones	3
Error	9
Total	18

Realizado por: Reyes, Lisette, 2022.

3.3.6. *Análisis funcional*

Se utilizó el software estadístico InfoStat versión 2015 para realizar los análisis estadísticos. Los análisis de varianza se ejecutaron empleando modelos lineales generales y mixtos. Además, para establecer diferencias estadísticas entre medias de los tratamientos se usó la diferencia mínima significativa del test de Tukey con nivel de significancia al 5% (Rienzo et al., 2008, p. 187).

3.3.7. *Métodos de evaluación*

3.3.7.1. *Determinación de índice de madurez*

A medida que los frutos fueron creciendo, se cosecharon en función de los índices de madurez (se consideró el cambio de color de las espinas rojas a cafés) de la tabla de color de la NTC-3554, con escalas de madurez del 0 al 6 (Ilustración 6-2).

3.3.7.2. *Elaboración de la carta de color*

La madurez del fruto se evaluó visualmente por el cambio de color del epicarpio (cáscara) en los diferentes estados de madurez comparada con la tabla de color de la NTC-3554 (Figura 5-2). Se

elaboró la carta de color con las fotografías que se tomaron a las frutas durante los análisis físicos y químicos en los diferentes estados de madurez.

3.3.7.3. Evaluación postcosecha

Una vez cosechados los frutos, fueron trasladados al Laboratorio de Calidad de Alimentos, se evaluaron las características físicas (diámetro, longitud, peso fresco, firmeza de cáscara, firmeza de pulpa, peso de cáscara, peso de pulpa) y químicas (pH, sólidos solubles totales [SST], acidez total titulable [ATT]) utilizando las metodologías internas del Laboratorio de Calidad de Alimentos.

3.3.8. Manejo específico del experimento

3.3.8.1. Fase de campo

Se utilizó frutos de pitahaya amarilla cultivada en tutores vivos. El periodo de evaluación correspondió al ciclo de producción marzo a julio 2022. Los puntos muestrales fueron determinados al azar, se seleccionaron 3 frutos por tratamiento, dando un total de 84 frutos por tratamiento y repetición. Después de la anthesis, cuando cambio el color de las espinas (rojas a cafés) de los frutos, se cosecharon tres frutos por tratamiento y repetición en diferentes grados de madurez (0 al 6). Los frutos recolectados fueron etiquetados y codificados por tratamiento y repetición, luego se enviaron los frutos en un contenedor aislante de temperatura al Laboratorio Calidad de Alimentos de la Estación Experimental Central de la Amazonia (EECA).

3.3.8.2. Fase de laboratorio

Las características físicas-químicas se evaluaron en 3 frutos por repetición de la siguiente manera:

Diámetro y longitud

Se midió el diámetro y longitud con un calibrador digital marca Mitutoyo (modelo CD-6" CS) en mm. Se tomó el diámetro desde la zona ecuatorial del fruto, colocando las mordazas del calibrador digital entre las brácteas y la longitud desde el pedúnculo hasta el ápice de la fruta.

Peso fresco

Se pesaron los frutos usando una balanza digital (Citizen Scale, modelo CG 4102C; precisión de 0.01 g) y se registró los resultados en g.

Firmeza de cáscara y pulpa

Se utilizó el penetrómetro manual Force Gauge (modelo GY-4) provisto con un puntal de 3.50 mm de diámetro. Para la firmeza de la cáscara se tomó dos lecturas, insertando el puntal perpendicularmente en dos puntos diferentes entre las brácteas. Para la firmeza de la pulpa se tomó dos lecturas, introduciendo el puntal perpendicularmente en la zona ecuatorial de las dos caras opuestas anticipadamente cortadas. Los resultados se expresaron en Newton (N).

Peso de cáscara y pulpa

Se cortó la fruta en 4 partes, se separó el epicarpio de la pulpa, se pesaron los dos elementos por separado usando una balanza digital (Citizen Scale, modelo CG 4102C; precisión de 0.01 g) y resultados se reportó en g.

Preparación de la muestra

Para determinar el pH, SST y ATT, se preparó la muestra en una trituradora utilizando tres frutos cortados y pelados, por repetición y tratamiento.

Determinación del pH

Se midió el pH con un potenciómetro (modelo PT-380) en un rango de pH de 4 a 7. Se tomó una porción de la muestra ya preparada en un vaso de precipitación, se sumergió el electrodo en la muestra hasta alcanzar un valor constante de pH, luego se sacó el electrodo y se lavó con agua destilada. Se realizaron dos lecturas por muestra de jugo.

Determinación de sólidos solubles totales SST (°Bx)

Se determinó el contenido de SST con un refractómetro digital marca Hanna Instruments (modelo Hi 96801). Se colocó una gota de la muestra en el prisma del refractómetro, se hizo dos lecturas por muestra y los resultados se expresaron en grados Brix.

Determinación de la acidez total titulable ATT

La ATT se determinó en una dilución de la muestra. Se llevó 10 ml de la muestra ya preparada a un volumen de aforo de 100 ml con agua desionizada. Se tomó dos muestras de 20 ml de la dilución en un vaso de precipitación, se añadió 3 gotas de fenolftaleína (indicador), se colocó el electrodo del potenciómetro y por medio de una bureta se agregó hidróxido de sodio al 0,1 % NaOH (titulador), se agitó hasta alcanzar un pH a 8,1 con una normalidad de 0.0983. Se anotó el gasto total de la titulación y los resultados se reportaron como porcentaje en función del ácido cítrico contenido en la muestra y se calculó con la siguiente ecuación:

$$\%A = \frac{N * V * F}{M} * 100\%$$

N = Normalidad de Na (OH) (0,1 N).

V = Volumen de Na (OH) al 0,1

N= gastado en ml.

F = Factor de acidez del ácido cítrico (0,064).

M = Peso de la alícuota en g.

CAPÍTULO IV

4. MARCO DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

4.1. Determinación de los índices de madurez de los frutos de pitahaya amarilla en los diferentes estados de madurez

4.1.1. Elaboración de la carta de color

Siguiendo la normativa para los índices de madurez de la fruta de pitahaya amarilla, NTC 3554 (Ilustración 6-2) se elaboró la carta de color (Ilustración 1-4) y su descripción (Tabla 1-4) para la fruta de pitahaya amarilla cosechada en el cantón La Joya de los Sachas.

Tabla 1-4: Descripción de los estados del índice de madurez de la fruta de pitahaya amarilla en el cantón La Joya de los Sachas

Estados	Descripción
0	Fruto de color verde oscuro, con aristas definidas y con espinas de color café en las brácteas que se desprenden fácilmente, indicio que la maduración del fruto ha iniciado.
1	Fruto de color verde claro con ligeros visos de color amarillo en toda la superficie de la cáscara.
2	Fruto de color verde con trazas de color amarillo entre las brácteas de la superficie de la cáscara. Empezó el llenado de las brácteas y la separación entre ellas.
3	Fruto de color verde amarillo, la superficie de las brácteas fue de color verde, continuó el llenado de brácteas y se observó mayor separación entre ellas.
4	Fruto de color amarillo con trazas de color verde en la superficie de las brácteas, continuó el llenado de las brácteas y se observó mayor separación entre ellas.
5	Fruto de color amarillo, con ligeros visos de color verde en las brácteas. Finalmente, las brácteas estuvieron separadas y completamente llenas.
6	Fruto completamente amarillo con las puntas de las brácteas de color verde.

Realizado: Reyes, Lisette, 2022.

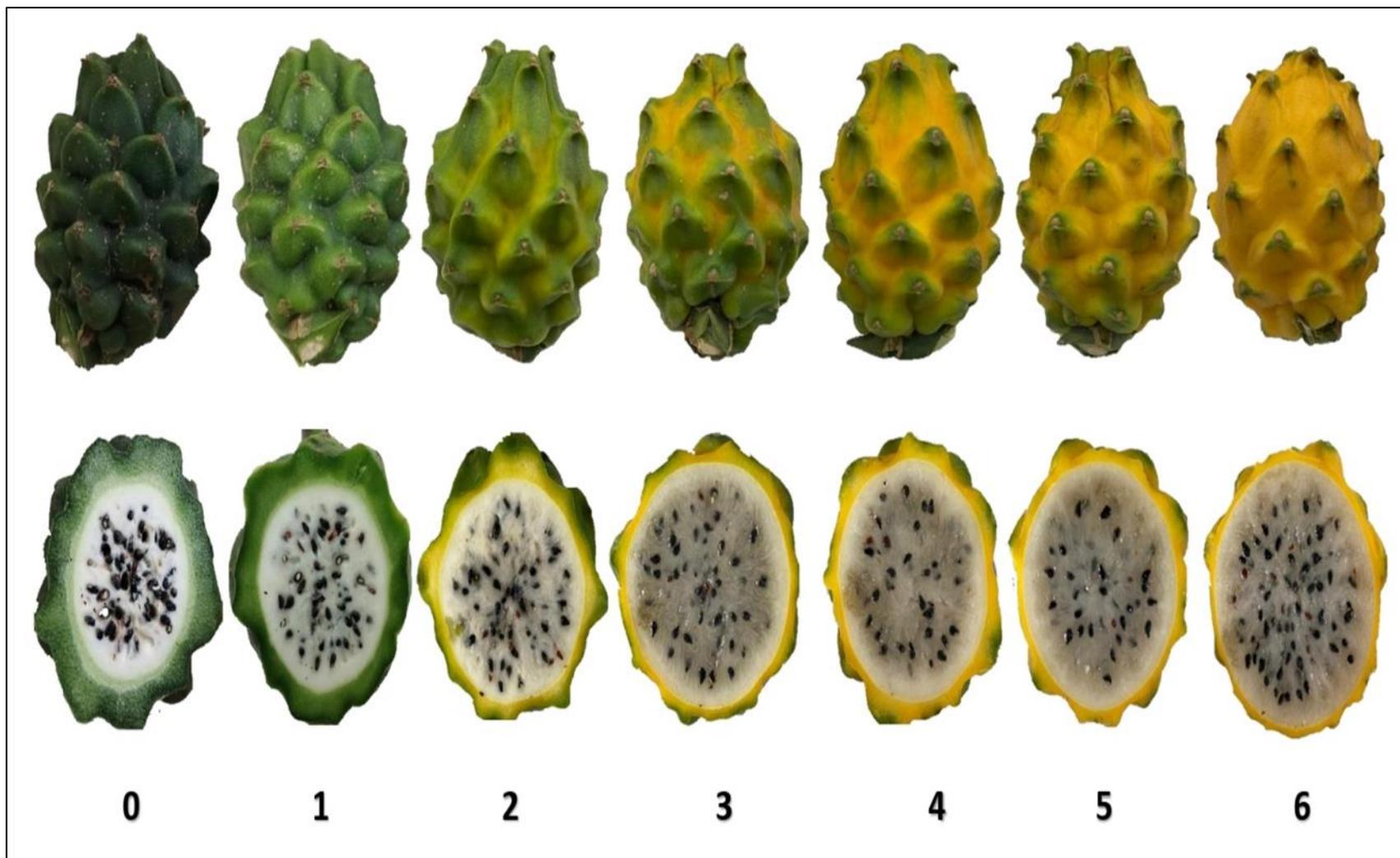


Ilustración 1-4: Carta de color de la fruta de pitahaya amarilla cultivada en tutores vivos del cantón La Joya de los Sachas

Realizado por: INIAP, 2022 y Reyes, Lisette, 2022.

4.2. Características físicas en los diferentes estados de desarrollo de la fruta de pitahaya amarilla

Se realizó un análisis univariado para el diámetro, longitud, peso fresco, firmeza de cáscara, firmeza de pulpa, peso de cáscara y peso de pulpa. La Tabla 2-4 muestra la significación para el efecto principal entre los estados de madurez. El análisis mostró que hubo un efecto altamente significativo ($p < 0.0001$) entre los estados de madurez del fruto para las variables diámetro del fruto, firmeza de cáscara, firmeza de pulpa, peso de cáscara y peso de pulpa. Una diferencia significativa para la variable peso fresco ($p=0,0003$) y no significativas para la variable longitud del fruto ($p=0,9962$).

Tabla 2-4: Efectos principales de las características físicas de los frutos en los diferentes estados de madurez

Tratamientos	Características físicas						
	Diámetro	Longitud	Peso fresco	Firmeza de cáscara	Firmeza de pulpa	Peso de cáscara	Peso de pulpa
Estados de madurez	**	NS	*	**	**	**	**

** significant at $p \leq 0.01$, * significant at $p \leq 0.05$, NS not significant.

Realizado por: Reyes, Lisette, 2022.

4.2.1. Diámetro y longitud

En este estudio el crecimiento del fruto no fue exponencial, porque los frutos fueron cosechados en función de la tabla de colores, más no por su tamaño; sin embargo, siempre se trató de recolectar los frutos en tamaños homogéneos.

La prueba de Tukey (Tabla 3-4) del diámetro y longitud del fruto en los diferentes estados de madurez, dio como resultado para el diámetro tres categorías de agrupamiento de acuerdo a sus medias, teniendo a los tratamientos 4 y 3 en el grupo “a”, el tratamiento 0 en el grupo “ab” y a los tratamientos 1, 2, 5 y 6 en el grupo “b”; teniendo así que, los tratamientos en un mismo grupo son estadísticamente similares entre sí, pero estadísticamente diferentes a los tratamientos de los otros grupos, el tratamiento que comparte dos letras de diferentes grupos quiere decir que tiene similitudes estadísticas con ambos grupos.

Lo que dio como resultado que el diámetro fue estadísticamente mayor en los estados 1 (74,25 mm), 2 (74,36 mm), 5 (75,47 mm) y 6 (75,51 mm), y estadísticamente menor en los estados 4 y 3 (69,19 mm), para el presente estudio.

En cuanto a la longitud del fruto, la prueba de Tukey agrupó a las medias de todos los tratamientos en el grupo “a”. Lo que quiere decir que no existieron diferencias estadísticamente significativas

entre las medias de longitud en los diferentes estados de madurez de los frutos de pitahaya en la presente investigación (106,80 a 108,71 mm).

Tabla 3-4: Valores medios del diámetro y longitud (mm) del fruto en los diferentes estados de madurez

Tratamientos	Diámetro (mm)		Longitud (mm)	
4	69,19	a	106,80	a
3	69,19	a	106,80	a
0	72,19	ab	107,12	a
1	74,25	b	108,18	a
2	74,36	b	107,02	a
5	75,47	b	108,71	a
6	75,51	b	107,25	a

Realizado por: Reyes, Lisette, 2022.

Resultados similares fueron reportados por Aguilar (2016, pp. 44-49) en un estudio realizado en dos variedades de pitahaya, la Palora y la Nacional, donde determinaron que los frutos de la variedad Palora presentaron diámetros de 76,33 mm y los de la variedad Nacional 65,07 mm. Al analizar la longitud del fruto, los frutos de variedad Palora midieron 93,53 mm y de la variedad Nacional 81,55 mm; Morocho (2021, p. 21) con el ecotipo Palora en diferentes estados de madurez determinó que para la comercialización el diámetro puede variar entre 45 y 90 mm, mientras que la longitud está entre 80 y 140 mm; por ende, los resultados de la presente investigación entran en los parámetros mencionados por Morocho.

4.2.2. Peso fresco del fruto, porcentaje de cáscara y pulpa

La Tabla 4-4 muestra los resultados de la prueba de Tukey para el peso fresco, porcentaje de cáscara y porcentaje de pulpa, siguiendo las consideraciones de agrupamiento por letras del programa Infostat mencionado en el punto anterior, se tuvo que, para esta investigación el peso fresco presentó valores medios estadísticamente mayores para los estados 2 (331,80 g), 6 (333,21 g) y 5 (338,46 g) y la menor media estadística en el estado 0 (268,96 g). Para el porcentaje de cáscara se obtuvo que la mayor media estadística del porcentaje se presentó en el estado 1 con 37,04 %; mientras que, para el porcentaje de pulpa los mayores valores de medias estadísticas se encontraron en los estados 5 y 6 (78,80 y 81,64 %, respectivamente) y los menores estadísticos en los estados 0 y 1 (62,95 y 64,77 %, respectivamente).

Tabla 4-4: Valores medios del peso fresco, porcentaje de cáscara y pulpa en los diferentes estados de madurez del fruto

Tratamiento	Peso fresco (g)		% de cáscara		% de pulpa	
0	268,96	a	35,22	de	62,95	a
3	290,84	ab	26,60	bc	73,39	b
4	290,84	ab	25,18	ab	74,81	cd
1	299,17	ab	37,04	e	64,77	a
2	331,80	b	26,31	cd	73,68	bc
6	333,21	b	18,35	ab	81,64	d
5	338,46	b	21,19	ab	78,80	d

Realizado por: Reyes, Lisette, 2022.

Aguilar (2016, pp. 41-44) señala que los frutos de la variedad Palora , alcanzan un peso promedio de 361,5 g; en cambio, Sotomayor et al. (2019, p. 90) señalan que con el mismo ecotipo la fruta alcanza un peso de 262,11 g en estado de madurez 0 e incrementándose a 394,66 g en estado de madurez 6, valores por encima del máximo registrado en este estudio.

En cuanto a los porcentajes de cáscara y pulpa, estos resultados se asemejan a los reportados por Burbano et al. (2018, p. 5) y Sotomayor et al. (2019, p. 92) quienes mencionan que el porcentaje de corteza de pitahaya es de 42,6 % y de pulpa es de 57,4 % en el estado de madurez cero y en estado de madurez seis es de 33,40 % y 66,60 % para cáscara y pulpa, respectivamente. Esto nos demuestra que durante el desarrollo del fruto el porcentaje de cáscara va disminuyendo a medida que el fruto va madurando y por ende el porcentaje de pulpa va aumentando.

4.2.3. Firmeza de cáscara y pulpa

La firmeza de los frutos disminuyó conforme avanzó el estado de madurez. La prueba de Tukey para la firmeza de cáscara y firmeza de pulpa (Tabla 5-4) dio como resultado que las medias de firmeza fueron significativamente diferentes, destacando principalmente las medias de los estados 0 y 1, con medias de 34,13 y 33,67 N, respectivamente, como los mayores valores de firmeza para la cáscara, y los menores valores se observaron en los estados 5 y 6 con 30,46 y 30,58 N, respectivamente.

En cuanto a la firmeza de la pulpa se destacan las mayores medias estadísticas para los estados 0 y 1 con 4,31 y 3,97 N, respectivamente; mientras que las menores medias estadísticas se encontraron en los estados 4, 5 y 6 con valores de 2,15, 2,01 y 1,94 N, respectivamente.

Tabla 5-4: Valores medios de la firmeza de cáscara y firmeza de pulpa del fruto en los diferentes estados de madurez

Tratamientos	Firmeza cáscara (N)		Firmeza pulpa (N)	
5	30,46	a	2,01	a
6	30,58	a	1,94	a
4	31,08	ab	2,15	a
3	31,65	ab	3,12	b
2	32,69	bc	3,20	b
1	33,67	c	3,97	c
0	34,13	c	4,31	c

Realizado por: Reyes, Lisette, 2022.

Estos valores fueron inferiores a los reportados por Sotomayor et al. (2019, p. 92) quienes manifiestan que la firmeza de la pulpa en el estado 0 y 6 fue de 17,77 y 6,20 N, respectivamente. Por otro lado, Guerrero (2015, p. 60), señala que el descenso de la firmeza en los frutos durante la madurez ha sido asociada con la degradación de las paredes celulares, que contienen sustancias pépticas, provocando disminución de la rigidez y debilitamiento de la adhesión intercelular.

4.3. Características químicas en los diferentes estados de desarrollo de la fruta de pitahaya amarilla

Se realizó un análisis univariado para el pH, sólidos solubles totales y acidez total titulable. La Tabla 6-4 muestra la significación para el efecto principal estados de madurez. El análisis mostró que hubo un efecto altamente significativo ($p < 0.0001$) entre los estados de madurez del fruto para las variables pH del fruto, sólidos solubles totales del fruto y acidez total titulable del fruto.

Tabla 6-4: Efecto principal: características químicas por estados de madurez del fruto

Tratamientos	Características químicas		
	pH	Sólidos solubles totales	Acidez total titulable
Estados de madurez	**	**	**

** significant at $p \leq 0.01$.

Realizado por: Reyes, Lisette, 2022.

4.3.1. pH

El pH de la fruta de pitahaya se fue incrementando a medida que el fruto alcanzó su madurez. La Ilustración 2-4 muestra las principales diferencias estadísticas entre los valores del pH de los frutos en los diferentes estados de madurez; teniendo menor pH en el estado 0 con una media de 4,15 y el mayor pH en los estados 4, 5 y 6 con medias de 4,77, 4,78 y 4,83, respectivamente.

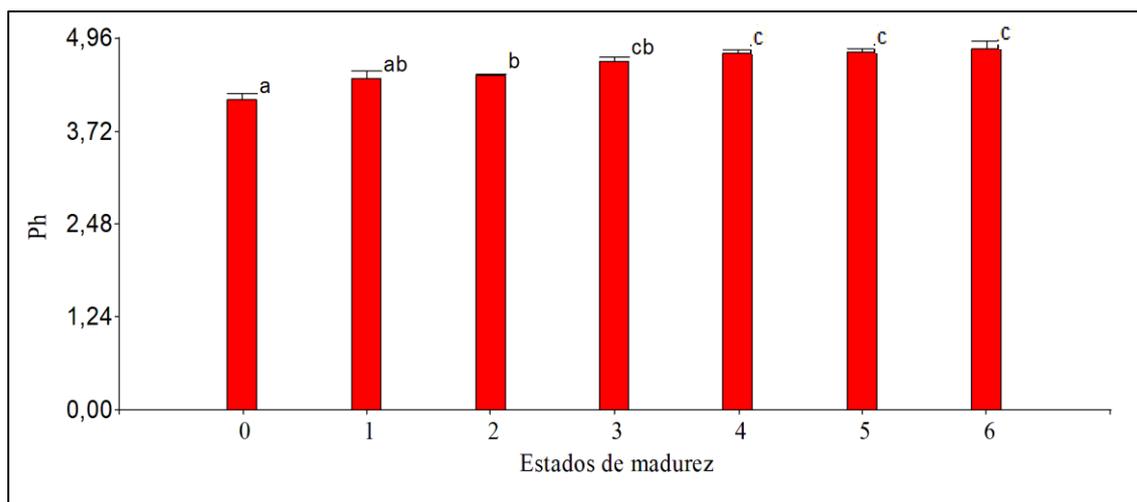


Ilustración 2-4: Valores medios del pH de la fruta de pitahaya amarilla en diferentes estados de madurez

Realizado por: Reyes, Lisette, 2022.

Estos resultados son similares a los reportados por Sotomayor et al. (2019, p. 92) quienes señalan que en el estado de madurez 0 el valor de pH fue de 4,56 y en el estado 6 el pH fue de 4,86.

4.3.2. Sólidos solubles totales SST

La Ilustración 3-4 muestra las diferencias estadísticas de los valores medios del contenido de SST de la fruta de pitahaya amarilla en diferentes estados de madurez; teniendo los menores valores en los estados 0 y 1 (12,43 y 14,15 °Brix, respectivamente) y los mayores valores de medias del contenido de SST se incrementó progresivamente hasta cuando la fruta alcanzó el estado de madurez 2 (21.18), a partir de este estado de madurez los SST son similares, con pequeñas variaciones numéricas (estado 3: 20.95; estado 4: 19.88; estado 5: 20.48 y estado 6: 19.40).

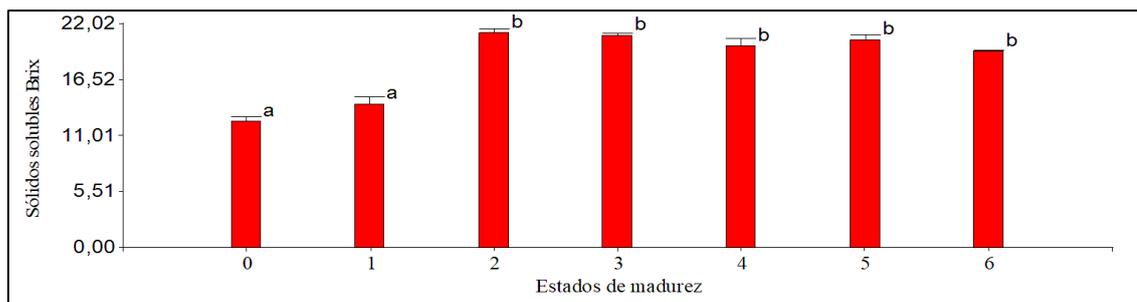


Ilustración 3-4: Valores medios del contenido de SST de la fruta de pitahaya amarilla en diferentes estados de madurez

Realizado por: Reyes, Lisette, 2022.

Estos resultados en el estado de madurez 0 (18,34) difieren a los resultados obtenidos por Sotomayor et al. (2019, p. 92) pero en el estado de madurez 6 (20,74 y 20,05, respectivamente) son similares a los reportados por la misma autora y por Vásquez et al. (2016, p. 1082). Los mismos autores señalan que los frutos cosechados tempranamente tuvieron mayores SST que los cosechados tardíamente.

4.3.3. Acidez total titulable ATT

La acidez titulable, expresada como contenido de ácido cítrico, disminuyó significativamente desde el estado de madurez 0 hasta el estado de madurez 6. Sin embargo, en la Ilustración 4-4 se observa diferencias estadísticas de tres grupos bien marcados; el primer grupo lo conforman el estado de madurez 0 (0,46) y 1 (0,39) como los mayores valores de las medias, el segundo grupo está formado por el estado de madurez 2 (0,26) y 3 (0,22) y el tercer grupo por los índices de madurez 4 (0,15), 5 (0,16) y 6 (0,15) como los menores valores de las medias.

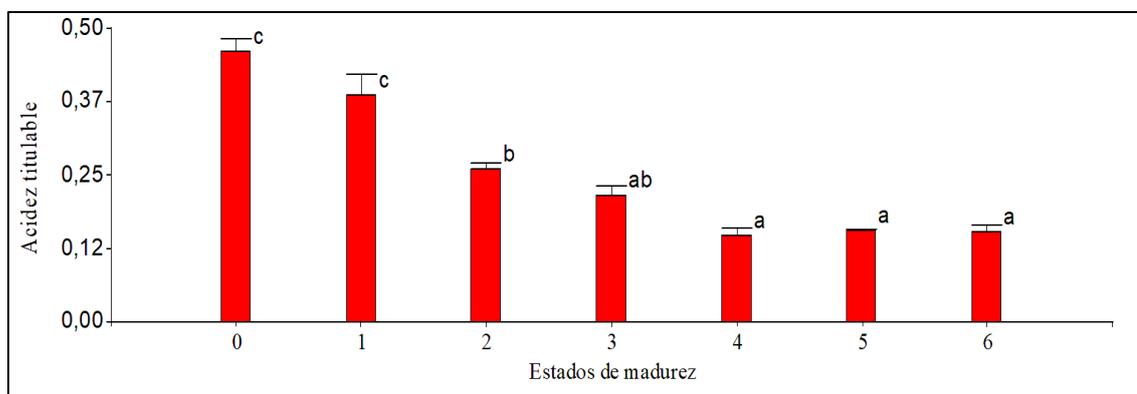


Ilustración 4-4: Valores medios del contenido de ATT de la fruta de pitahaya amarilla en diferentes estados de madurez

Realizado por: Reyes, Lisette, 2022.

Estos hallazgos concuerdan con los resultados presentados por Sotomayor et al. (2019, p. 93), quienes demostraron que la acidez titulable disminuye con los estados de madurez. Por otra parte, Vera et al. (2021, p. 149) señalaron que la acidez disminuye cuando los frutos se almacenan a temperatura ambiente (0,0008, 0,0005 y 0,0008 en los frutos con madurez inicial, media y completa, respectivamente); mientras que Burbano et al. (2018, p. 5) señalan que entre los estados de madurez del fruto 3, 4 y 5, se produce la disminución del % de ácido cítrico (38, 70 y 65 %, respectivamente) en comparación al porcentaje de ácido cítrico encontrado en las frutas con estado de madurez 0 (0,26 %). Por lo tanto, de acuerdo con estos resultados, la pitahaya amarilla es una fruta dulce y con baja acidez en los últimos estados de madurez del fruto.

CONCLUSIONES

Se determinaron los índices de madurez de los frutos de pitahaya amarilla (*Selenicereus megalanthus*) cosechada en tutores vivos en el cantón La Joya de los Sachas mediante la descripción y la elaboración de la carta de color en los diferentes estados de madurez.

Se analizaron las características fisicoquímicas de la pitahaya amarilla *Selenicereus megalanthus* en los diferentes estados de desarrollo del fruto (0, 1, 2, 3, 4, 5 y 6) y se estableció que el crecimiento del fruto no fue exponencial porque la recolección se realizó en función del cambio de color del fruto de acuerdo a la Norma Técnica Colombiana NTC-3554. Sin embargo, se determinó que el peso fresco aumentó conforme avanzó su madurez, alcanzando un peso aceptable para la comercialización del mismo.

El porcentaje de cáscara fue inversamente proporcional al porcentaje de pulpa; es decir, en los estados iniciales de madurez, el porcentaje de cáscara incremento y el de pulpa disminuyó, pero cuando la fruta alcanzó su madurez, el porcentaje de cáscara descendió y el porcentaje de pulpa aumentó. En cambio, el fruto al llegar a madurez, la firmeza y la acidez titulable disminuyeron, y el pH y los sólidos solubles aumentaron.

El índice de madurez para la fruta de pitahaya amarilla en la actualidad es muy variable, depende mucho del mercado al que se envía la fruta. En este estudio se observó que a partir del grado dos se podría cosechar la fruta, debido a que el contenido de SST a partir de este estado de maduración es $> a 19$.

RECOMENDACIONES

Realizar este estudio en los diferentes estados de madurez del fruto al menos durante tres años en épocas de producción en el cantón La Joya de los Sachas para obtener un estudio completo del desarrollo reproductivo desde la formación del botón floral hasta la cosecha y conocer la influencia de las condiciones climáticas.

Realizar investigaciones de postcosecha en diferentes temperaturas de almacenamiento de los estados de madurez del fruto para conocer el tiempo de vida postcosecha.

BIBLIOGRAFÍA

AGUILAR, K. Caracterización del manejo poscosecha y cuantificación de las pérdidas en pitahaya (*Selenicereus megalanthus* Haw) en el noroccidente de Pichincha (Trabajo de titulación) (Ingeniería) [en línea]. Universidad de Las Américas, Facultad de Ingeniería y Ciencias Agropecuarias, Carrera de Ingeniería Agroindustrial y de Alimentos. Quito-Ecuador. 2016, pp. 41-49. [Consulta: 21 julio 2022]. Disponible en: <https://dspace.udla.edu.ec/bitstream/33000/5198/1/UDLA-EC-TIAG-2016-12.pdf>.

ALTAMIRANO, J.; et al. “Evaluación de la sustentabilidad de fincas de la agricultura familiar, de dos eco tipos de Pitahaya amarilla (*Selenicereus megalanthus*), y su subproducto”. Polo del Conocimiento [en línea], 2021, (Ecuador) 6(12), pp. 301-319. [Consulta: 05 junio 2022]. ISSN: 2550-682X. Disponible e: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/8219308.pdf>.

ANDRADE, M.; & RUANO, C. Estudio de la cadena productiva de la pitahaya amarilla en el cantón Pedro Vicente Maldonado, Provincia de Pichincha con: la propuesta para la creación de una Asociación de productores de Pitahaya amarilla para el periodo 2010-2018 (Tesis) (Economía) [en línea]. Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ciencias Económicas, Escuela de Economía. Quito-Ecuador. 2016, pp. 4-5. [Consulta: 02 mayo 2022]. Disponible en: <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/9087/1/T-UCE-0005-092-2016.pdf>.

BURBANO, R.; et al. *Evaluación de las Características Físico-químicas de Pitahaya Amarilla (Hylocereus megalanthus Haw.) durante su Desarrollo* [en línea]. Orellana-Ecuador: SachaEC: INIAP/AGLATAM, 2018, p. 5. [Consulta: 24 julio 2022]. ISBN: 978-9942-35-604-8. Disponible en: <http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/5420>.

CERÉN, J. Distribución, etnobotánica y cultivo de pitahaya (*Selenicereus*, Hylocereeae, Cactaceae) en El Salvador (Tesis) (Maestría) [en línea]. Colegio de Postgraduados, Institución de Enseñanza e Investigación en Ciencias Agrícolas, Postgrado en Botánica. Montecillo-México. 2019, p. 8. [Consulta: 08 junio 2022]. Disponible en: http://colposdigital.colpos.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/10521/4330/Ceren_Lopez_JG_MC_Botanica_2020.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

CÓRDOVA, H. Manejo agronómico del cultivo de pitahaya amarilla (*Selenicereus megalanthus*) en el Ecuador (Trabajo de titulación) (Ingeniería) [en línea]. Universidad Técnica de Babahoyo, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Carrera de Ingeniería Agronómica. Babahoyo-Ecuador. 2022, p. 4. [Consulta: 05 junio 2022]. Disponible en:

<http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/11372/E-UTB-FACIAG-ING%20AGRON-000388.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

GUERRERO, M. Estudio del manejo poscosecha de pitahaya amarilla (*Selenicereus megalanthus*) procedente del cantón Pedro Vicente Maldonado de la provincia de Pichincha (Proyecto) (Ingeniería) [en línea]. Escuela Politécnica Nacional, Facultad de Ingeniería Química y Agroindustria, Carrera de Ingeniería Agroindustrial. Quito-Ecuador. 2014, p. 55. [Consulta: 02 mayo 2022]. Disponible en: <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/9105>.

JIMÉNEZ, J. Evaluación in vitro de aislados de *Trichoderma* spp. sobre el crecimiento de *Alternaria* sp., en *Selenicereus* sp. (pitahaya), en la Joya de los Sachas (Trabajo de integración curricular) (Ingeniería) [en línea]. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Recursos Naturales, Carrera de Agronomía. El Coca-Ecuador. 2022, p. 1. [Consulta: 02 mayo 2022]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/16534/1/13T00966.pdf>.

LÓPEZ, Y.; & VERA, A. Calidad poscosecha de pitahaya roja (*Hylocereus undatus* Haw) y amarilla (*Selenicereus megalanthus*) en diferentes estados de madurez y temperaturas de conservación (Trabajo de titulación) (Ingeniería) [en línea]. Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, Carrera de Ingeniería Agrícola. Calceta-Ecuador. 2021, pp. 6-10. [Consulta: 05 junio 2022]. Disponible en: <https://repositorio.esPAM.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/42000/1450/TTA19D.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

MAG. *En Palora, Morona Santiago, se realiza el primer censo de pitahaya* [en línea]. Palora-Ecuador: Ministerio de Agricultura y Ganadería, 2019 [Consulta: 05 junio 2022]. Disponible en: <https://www.agricultura.gob.ec/en-palora-morona-santiago-se-realiza-el-primer-censo-de-pitahaya/>.

MOROCHO, F. Caracterización nutricional y de tratamientos post-cosecha del tipo de pitahaya (*Hylocereus undatus*) (Trabajo de titulación) (Ingeniería) [en línea]. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Ciencias Pecuarias, Carrera de Ingeniería en Industrias Pecuarias. Riobamba-Ecuador. 2021, p. 21. [Consulta: 17 julio 2022]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/15519/1/27T00471.pdf>.

NORMA TÉCNICA COLOMBIANA NTC-3554. *Frutas frescas, pitahaya.*

PAREDES, S. Fenología reproductiva de dos especies de pitahaya: roja (*Hylocereus undatus* Britt et Rose) y amarilla (*Hylocereus megalanthus*), en el cantón Rocafuerte (Trabajo de titulación) (Ingeniería) [en línea]. Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, Carrera de Ingeniería Agrícola. Calceta-Ecuador. 2021, p. 16. [Consulta: 09 junio 2022]. Disponible en: <https://repositorio.espam.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/42000/1549/TTA33D.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

PICHUASAMÍN, E. Evaluación del efecto de la congelación rápida individual (IQF) en las características fisicoquímicas y sensoriales de pitahaya amarilla (*Selenicereus megalanthus*) en rodajas (Trabajo de titulación) (Ingeniería) [en línea]. Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos, Carrera de Ingeniería en Alimentos. Ambato-Ecuador. 2021, pp. 1-6. [Consulta: 05 junio 2022]. Disponible en: <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/32123/1/AL%20773.pdf>.

QUIJIJE, A. Estudio de parámetros de calidad y característica sensorial de dos variedades de pitahaya rosa (*Hylocereus undatus*), pitahaya amarilla (*Selenicereus megalanthus*) para su aplicación en procesos agroindustriales (Proyecto de investigación) (Ingeniería) [en línea]. Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Facultad de Ciencias de la Ingeniería, Escuela de Ingeniería para el Desarrollo Agroindustrial. Quevedo-Ecuador. 2021, pp. 10-11. [Consulta: 05 julio 2022]. Disponible en: <https://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/6385/1/T-UTEQ-130.pdf>.

RIENZO, J.; et al. *Estadística para las Ciencias Agropecuarias* [en línea]. 6ta ed. Córdoba-Argentina: Universidad de La Plata, 2008, p. 167. [Consulta: 05 julio 2022]. Disponible en: https://aulavirtual.agro.unlp.edu.ar/pluginfile.php/2968/mod_resource/content/0/Estadistica_para_las_Ciencias_Agropecuarias_-_Di_Rienzo.pdf.

SÁNCHEZ, J. Efecto de la fertilización y aplicación de fitohormonas de inducción floral en el rendimiento del cultivo de pitahaya (*Selenicereus megalanthus*), en el Distrito Churuja, Amazonas–2017 (Tesis) (Ingeniería) [en línea]. Universidad Nacional “Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas”, Facultad de Ingeniería y Ciencias Agrarias, Escuela Profesional de Ingeniería Agrónoma. Chachapoyas-Perú. 2018, p. 20. [Consulta: 02 mayo 2022]. Disponible en: <https://repositorio.untrm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14077/1377/JOS%c3%89%20HILDER%20SANCHEZ%20HERRERA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

SOTOMAYOR, A.; et al. “Evaluación físico química de fruta de pitahaya (*Selenicereus megalanthus*) en diferentes estados de desarrollo”. Enfoque UTE [en línea], 2019, (Ecuador) 10(1), pp. 89-96. [Consulta: 02 mayo 2022]. ISSN: 1390-6542. Disponible en: <http://scielo.senescyt.gob.ec/pdf/enfoqueute/v10n1/1390-6542-enfoqueute-10-01-00089.pdf>.

VARGAS, Y.; et al. *Manual del Cultivo de Pitahaya para la Amazonía Ecuatoriana* [en línea]. La Joya de los Sachas-Ecuador: Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, 2020, pp. 3-40. [Consulta: 02 mayo 2022]. ISBN: 978-9942-22-489-7. Disponible en: <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/5551/1/INIAPMANUAL117-2020.pdf>.

VÁSQUEZ C.; et al. “Calidad del fruto y pérdidas poscosecha de pitahaya amarilla (*Selenicereus megalanthus* Haw.) en Ecuador”. *Agronomía Colombiana* [en línea], 2016, (Colombia) 34(1), pp. 1081-1083. [Consulta: 23 mayo 2022]. ISSN: 0120-9965. Disponible en: <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/4860/1/iniapscR2016v34n1p1081.pdf>.

VERA, A.; et al. “Calidad de pitahaya amarilla (*Selenicereus megalanthus*) en diferentes estados de madurez y temperaturas de conservación”. *Revista ESPAMCIENCIA para el agro* [en línea], 2021, (Ecuador) 12(2), pp. 141-151. [Consulta: 02 mayo 2022]. ISSN: 1390-8103. Disponible en: http://revistasespam.espam.edu.ec/index.php/Revista_ESPAMCIENCIA/article/view/233/286.

ANEXOS

ANEXO A: RECOLECCIÓN DEL FRUTO PARA LOS ANÁLISIS FÍSICOS Y QUÍMICOS



ANEXO B: MEDICIÓN DE DIÁMETRO Y LONGITUD DE LOS FRUTOS EN EL LABORATORIO



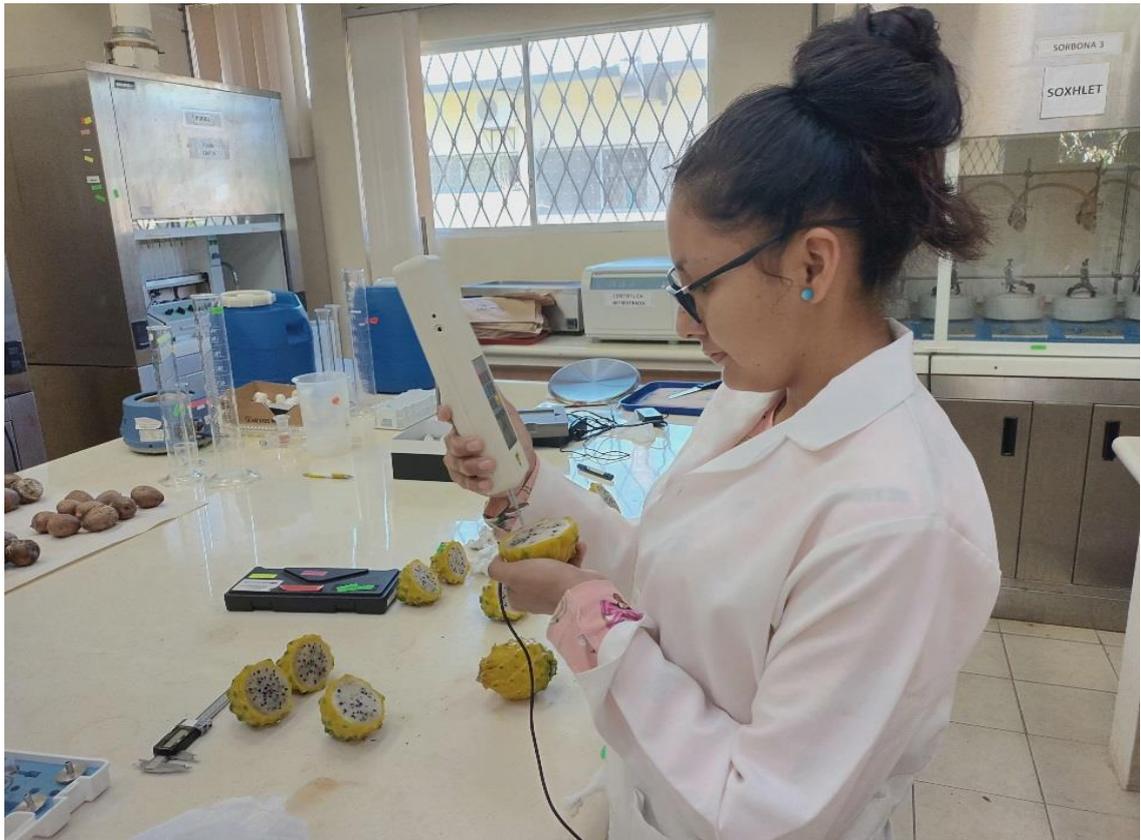
ANEXO C: EVALUACIÓN DEL PESO FRESCO DE LOS FRUTOS EN EL LABORATORIO



ANEXO D: EVALUACIÓN DE LA FIRMEZA DE CASCARA DE LOS FRUTOS EN EL LABORATORIO



ANEXO E: EVALUACIÓN DE LA FIRMEZA DE PULPA DE LOS FRUTOS EN EL LABORATORIO



ANEXO F: EVALUACIÓN DEL PESO DE CASCARA DE LOS FRUTOS EN EL LABORATORIO





ANEXO G: EVALUACIÓN DEL PESO DE PULPA DE LOS FRUTOS EN EL LABORATORIO



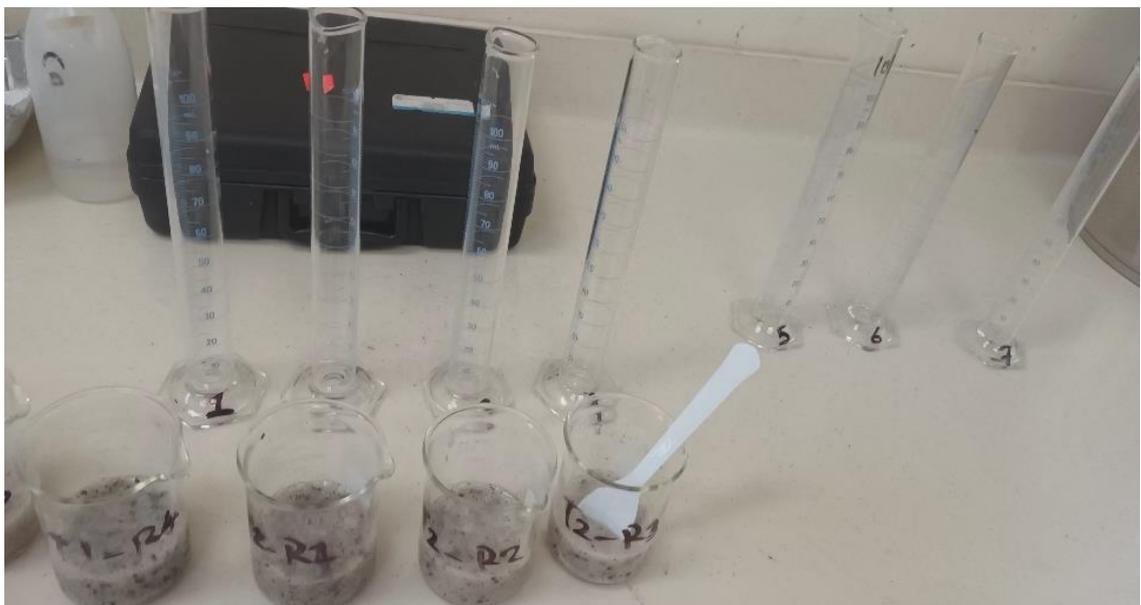
ANEXO H: DETERMINACIÓN DEL PH DE LOS FRUTOS EN EL LABORATORIO

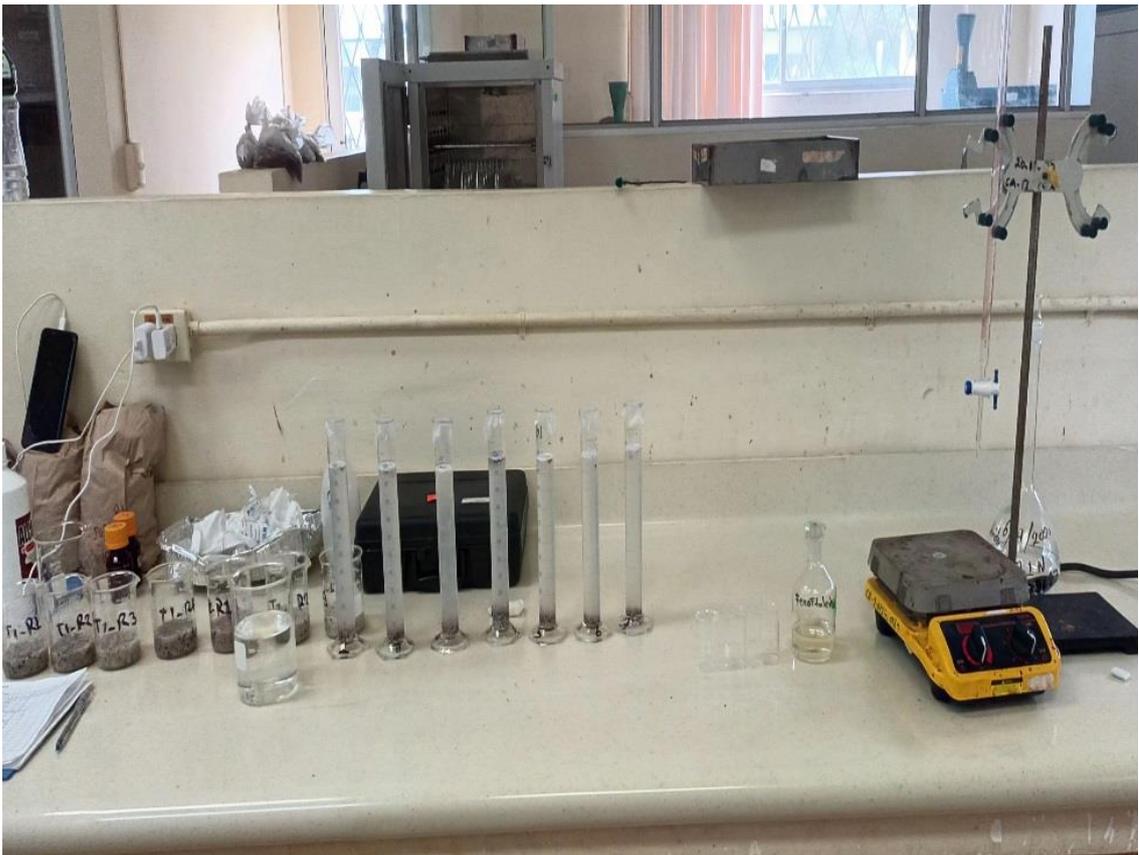


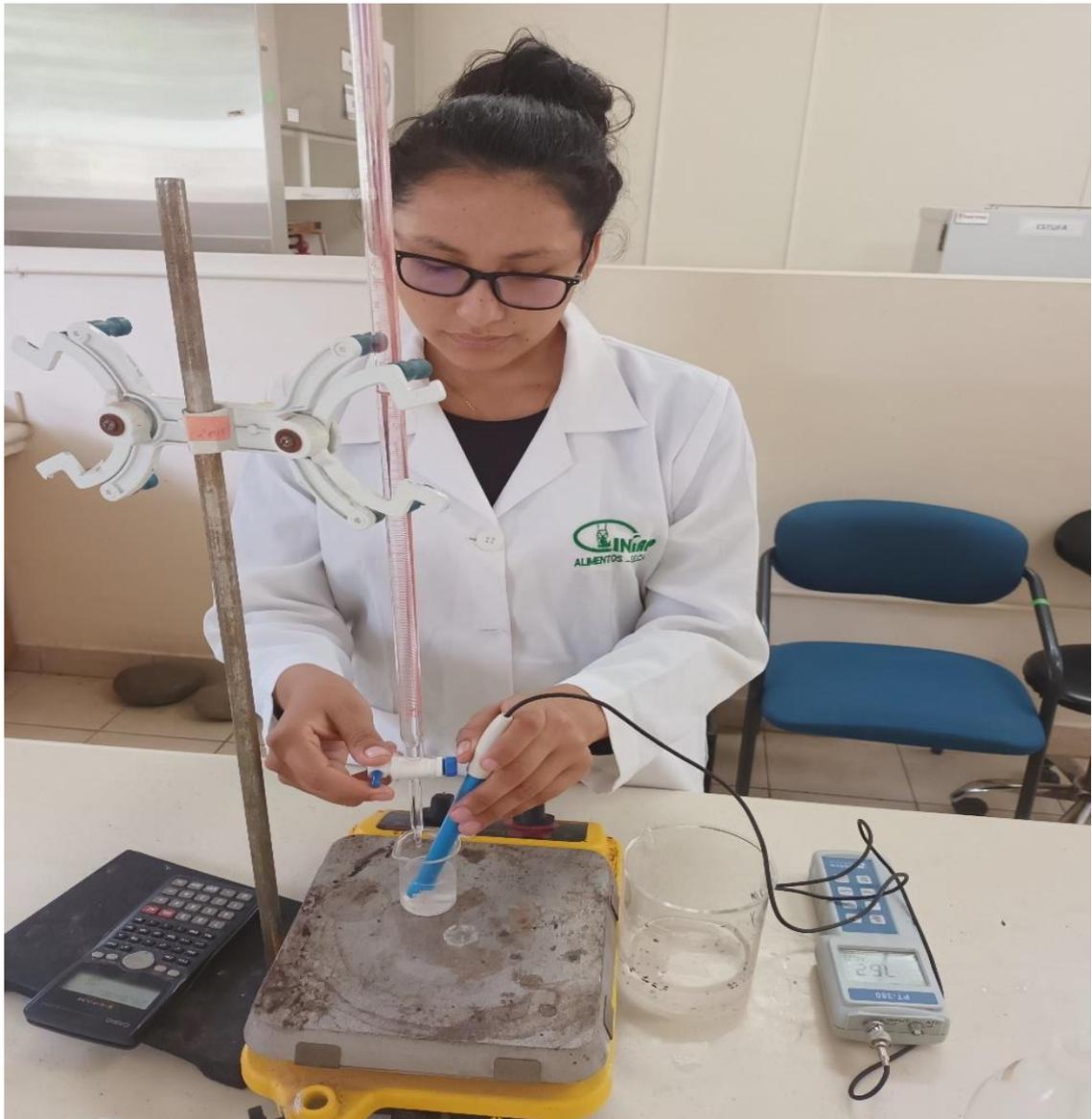
ANEXO I: DETERMINACIÓN DE °BX DE LOS FRUTOS EN EL LABORATORIO



ANEXO J: DETERMINACIÓN DE LA ACIDEZ TITULABLE DE LOS FRUTOS EN EL LABORATORIO









epoch

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: 07 / 02 / 2023

INFORMACIÓN DEL AUTOR/A (S)
Nombres – Apellidos: Lisette Magali Reyes Chamba
INFORMACIÓN INSTITUCIONAL
Facultad: Recursos Naturales
Carrera: Agronomía
Título a optar: Ingeniera Agrónoma
f. Analista de Biblioteca responsable: Ing. Leonardo Medina Ñuste MSc.

Leonardo Medina

07-02-2023



2460-DBRA-UTP-2022