



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO
FACULTAD DE CIENCIA DE LA INDUSTRIA Y PRODUCCIÓN
CARRERA DE INGENIERÍA EN ALIMENTOS

Trabajo de Integración Curricular previa
la obtención del Grado Académico de
Ingeniero Alimentos

Proyecto de investigación:

“DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE MADUREZ DE LA BADEA
(*Passiflora quadrangularis* L) PARA LA COMERCIALIZACIÓN”

Autora:

Maritza Jacqueline Rivera Miranda

Directora de Proyecto de Investigación:

PhD. Quelal Vásconez Maribel Alexandra

Quevedo – Los Ríos - Ecuador

2023



DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

Yo, **RIVERA MIRANDA MARITZA JACQUELINE**, declaro que la investigación aquí descrita es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Universidad Técnica Estatal de Quevedo, puede hacer uso de los derechos correspondientes a este documento, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual por su Reglamento y por la normativa institucional vigente.

Maritza Rivera

RIVERA MIRANDA MARITZA JACQUELINE

C.I. 1205873472



CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

La suscrita, **Ing. Quelal Vásconez Maribel Alexandra PhD.**, Docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo (UTEQ), certifica que el estudiante **Rivera Miranda Maritza Jacqueline**, realizó el proyecto de investigación de grado titulado “**DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE MADUREZ DE LA BADEA (*Passiflora quadrangularis L*) PARA LA COMERCIALIZACIÓN**”, previo a la obtención del título de Ingeniero en Alimentos, bajo mi dirección, habiendo cumplido con las disposiciones reglamentarias establecidas para el efecto.

.....
Ing. Quelal Vásconez Maribel Alexandra PhD

DIRECTORA DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN



CERTIFICACIÓN DEL REPORTE DE LA HERRAMIENTA DE PREVENCIÓN DE COINCIDENCIA Y/O PLAGIO ACADÉMICO

Yo: **Ing. Quelal Vásconez Maribel Alexandra PhD.**, docente de la Facultad de Ciencias, en calidad de Director del proyecto de Investigación certifico que se ha usado la herramienta informática URKUND producto del análisis se obtuvo 99% de originalidad y una similitud de un 1% cual no indica en ningún momento la presencia de plagio o de falta de rigor en el documento, por consiguiente doy constancia que se ha revisado la Unidad de Integración Curricular titulada **“DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE MADUREZ DE LA BADEA (*Passiflora quadrangularis L*) PARA LA COMERCIALIZACIÓN”**, el mismo que ha sido elaborado y presentado por la estudiante: **Rivera Miranda Maritza Jacqueline**, por lo tanto, el presente trabajo cumple con los requisitos técnicos y legales de la institución.

Document Information

Analyzed document	CORREGIDO Rivera Miranda Maritza DOCUMENTO COMPLETO.docx (D167191664)
Submitted	5/16/2023 7:02:00 PM
Submitted by	
Submitter email	mquelalv@uteq.edu.ec
Similarity	1%
Analysis address	mquelalv.uteq@analysis.orkund.com

Ing. Quelal Vásconez Maribel Alexandra PhD

DIRECTORA DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INDUSTRIA Y PRODUCCIÓN
CARRERA DE INGENIERÍA EN ALIMENTOS

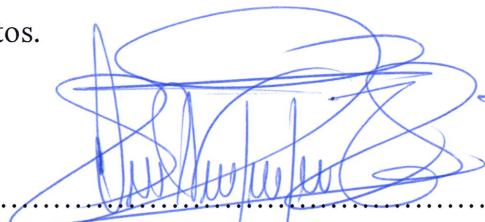
PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Título:

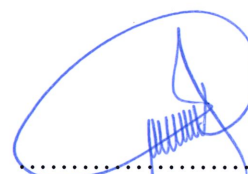
**“DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE MADUREZ DE LA BADEA
(*Passiflora quadrangularis L*) PARA LA COMERCIALIZACIÓN”**

Presentado al Consejo Directivo de Facultad como requisito previo a la obtención del título de Ingeniera en Alimentos.

Aprobado por:


.....
Ing. Christian Vallejo Torres, MSc.
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL


.....
Ing. Geovanny Díaz Campo, MSc.
MIEMBRO DE TRIBUNAL


.....
Ing. Wilma Llerena Silva, MSc.
MIEMBRO DE TRIBUNAL

Quevedo –Los Ríos- Ecuador

2023

AGRADECIMIENTO

Agradezco principalmente de todo corazón a Dios, por darme la oportunidad de vivir esta linda etapa de mi vida, la culminación de mi estudio universitario, como ingeniera en Alimentos también por haberme guiado para fortalecerme cada día.

Agradecida con mi familia siempre estuvieron ahí dando un consejo y palabras de alientos para que no desmayes con mi propósito de cumplir esta meta, pero en especial a mi padre Rufino Rivera, pero mucho más a mi madre, gracias, Francisca Miranda por apoyarme y estar en los momentos en que más te he necesitado por ser esa segunda madre para mis hijos cuando yo no estaba por estar en la universidad gracias por ese apoyo.

Asimismo, quiero agradecer a mi compañero de vida Lelis Ovando que durante todo este año me ha brindado su confianza, paciencia y afecto cada día.

Como no agradecer a la Universidad Técnica Estatal de Quevedo por haberme abierto las puertas y brindarme el conocimiento a través de sus docentes que me han ayudado para mi formación profesional y por haberme facilitado los laboratorios para poder realizar mi fase experimental para mi tema de investigación.

Expreso mi gratitud y agradecimiento a la Ing. Maribel Quelal por aceptarme ser mi tutora de mi proyecto de investigación e impartir sus conocimientos, gracias por su amabilidad y paciencia y por su dedicación al instruirme en la elaboración de mi proyecto de investigación
Muy agradecida

Atentamente

Maritza Jacqueline Rivera Miranda

DEDICATORIA

Dedico este proyecto de investigación a mis padres Rufino Rivera y Francisca Miranda que han sido mis guías y protectores.

Mis hermanos Sonia Héctor y Sandra, que de una manera a otra han estado presto en ayudarme.

Pero en especial dedico este trabajo de investigación a mis hijos Stefani y Diego Llor Rivera a ellos que han sido mi motor de fuerza para poder cumplir esta meta han sido mi inspiración y me han motivado para seguir adelante con mis estudios universitarios.

MARITZA JACQUELINE RIVERA MIRANDA

RESUMEN EJECUTIVO

La badea (*Passiflora quadrangularis* L) tiene origen en Sudamérica su fruto es grande en comparación con otras especies de *Passiflora*, es cultivada para su venta en mercados, siendo privilegiada por compradores de algunos países de América por su jugo fresco, postre o mermeladas y sus excelentes propiedades nutricionales como alimentos que favorecen el buen funcionamiento del sistema nervioso por su contenido de serotonina es ideal para los infantes por cantidad de vitamina E, hierro y porcentaje de calcio (%) esta fruta se puede aprovechar en su totalidad. El objetivo de esta investigación fue determinar los índices de madurez de la badea (*Passiflora quadrangularis* L) para la comercialización.

Para este fin se analizaron las propiedades fisicoquímico de la badea (*Passiflora quadrangularis* L) estas fueron: (Peso tamaño, diámetro, porcentaje de porción comestible de la pulpa, humedad, pH, sólidos solubles (° Brix), acidez.

De los resultados obtenidos se determinaron diferencias estadísticamente significativas entre los diferentes días de estado de madurez de la fruta el valor de porcentaje en frutas verdes de 78,8% pintona 80,1% y madura 82,3%, el pH de la pulpa de la badea va desde valores de 5,58 hasta 6,31, los valores de ° Brix aumentaron, hasta el final del día 11 de 4,33 a 7,29 ° Brix, a diferencia del pH y los ° Brix, la acidez de la fruta fue disminuyendo desde el día 1, hasta el día 11. Se determinó que el índice de madurez apto para la comercialización es de $8,42 \pm 0,77$ % estos valores se obtuvieron del día 4.

PALABRA CLAVE: Índice de madurez, Caracterización fisicoquímico, *Passiflora quadrangularis*, RGB, análisis de imagen.

ABSTRACT

The badea (*Passiflora quadrangularis L*) originates in South America its fruit is large compared to another species of Passiflora, it is cultivated for sale in markets, being privileged by buyers from some countries of America for its fresh juice, dessert or jams and its excellent nutritional properties as foods that favor the proper functioning of the nervous system for its serotonin content is ideal for infants by amount of vitamin E, Iron and calcium percentage (%) This fruit can be used in full. The objective of this research was to determine the maturity indices of badea (*Passiflora quadrangularis L*) for marketing.

For this purpose, the physicochemical properties of the badea (*Passiflora quadrangularis L*) were analyzed: (Weight size, diameter, percentage of edible portion of the pulp, moisture, pH, soluble solids (° Brix), acidity.

From the results obtained were determined statistically significant differences between the different days of state of maturity of the fruit the value of percentage in green fruits of 78.8% pintonas 80.1% and ripe 82.3%, the pH of the pulp of the badea goes from values of 5.58 to 6.31, the values of ° Brix increased, decreasing on day 5; from day 8 its value increased until the end of day 11 of 4.33 to 7.29 ° Brix, unlike pH and ° Brix, the acidity of the fruit was decreasing from day 1, until day 11. It was determined that the maturity index suitable for commercialization is 8.42 ± 0.77 % these values were obtained from day 4.

KEYWORD: Maturity index, Physicochemical characterization, *Passiflora quadrangularis*, RGB, Image analysis.

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I	3
1.1. Problema de investigación	4
1.1.1. <i>Planteamiento del problema</i>	4
FODA	5
1.1.2. <i>Formulación del problema</i>	6
1.1.3. <i>Sistematización del problema</i>	6
1.2. Objetivos	7
1.2.1. <i>Objetivo General</i>	7
1.2.2. <i>Objetivos específicos</i>	7
1.3. Justificación	8
CAPÍTULO II	9
FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN	9
2.1. Marco Conceptual	10
Badea	10
Fruta climatérica	10
Serotonina	10
Subproducto	10
Características físicas de la fruta	10
Sistemas de almacenamiento	10
Factores precosecha que inciden en la cosecha	11
Arilo	11
El mesocarpio	11
2.2. Marco referencial	11
2.2.1. <i>Referencia histórica (Passiflora quadrangularis L)</i>	11

2.2.2. Generalidades de la badea (<i>Passiflora quadrangularis</i> L)	11
2.2.3. Descripción de la badea (<i>Passiflora quadrangularis</i> L)	12
2.2.4. Clasificación taxonómica.....	12
2.2.5. Descripción botánica	13
Hojas.....	13
Flores	13
Frutos	13
2.2.6. Valores nutritivos de la badea (<i>Passiflora quadrangularis</i> L)	14
2.2.7. Cultivo en el Ecuador	14
2.2.8. Condiciones de adaptación	14
Cosecha.....	15
Índices de cosecha	15
Postcosecha	15
Manejo de postcosecha de las frutas	16
2.2.9. Factores que afectan a la vida útil de los frutos en postcosecha	16
2.2.10. Usos.....	17
2.2.11. Importancia en el proceso de madurez de la fruta	17
Madurez fisiológica	17
Madurez comercial	17
2.2.12. Métodos destructivos.....	18
Análisis fisicoquímico	18
2.2.13. Métodos no destructivos.	18
Peso.....	18
2.3 Trabajos de investigación referencial con frutas climatéricas	19
CAPÍTULO III	21
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	21
3.1. Localización	22

3.2 Tipo de investigación.....	22
3.2.1 Investigación en campo.....	22
3.3 Métodos de investigación.....	23
3.3.1 Métodos estadísticos	23
3.3.2 Método inductivo-deductivo	23
3.4 Fuentes de recopilación de información	23
3.4.1 Fuentes primarias	23
3.4.2 Fuentes secundarias	23
3.5 Diseño de la investigación	24
3.6. Instrumentos de investigación	25
Investigación de campo: encuesta	25
3.6.1. Muestreo.....	25
Recolección de información	25
Diseño y validación de encuesta	25
Procesamiento de la información.	25
3.7. Materiales y Métodos.....	25
3.7.1. Materia prima.....	25
3.7.2. Materiales de laboratorios.....	25
3.7.4. Reactivos	26
3.8. Procedimiento.....	26
3.8.1. Materia prima y recolección de las muestras	26
3.8.2. Preparación de la muestra	26
3.8.4. Porcentaje de la parte comestible.....	27
3.8.5. Humedad	27
3.8.6. pH.....	28
3.8.7. Acidez	28
3.8.8. Brix.....	28

3.8.9. Índice de madurez	28
3.8.10. Análisis de imagen	29
3.8.11. Diagrama de proceso experimental	30
3.9. Recursos humanos y materiales.....	31
3.9.1 Recursos humanos	31
3.9.2. Materiales de oficina	31
CAPÍTULO IV	32
4.1. Investigación de campo. Encuesta:.....	33
4.1.1. Datos socio-económicos.....	33
4.1.2. Información del cultivo de la fruta de la badea	34
4.1.3. Información de postcosecha	39
4.1.4. Información sobre alternativas para identificar tiempo de cosecha	41
18. Conocimiento sobre alternativa	41
19. Tecnología como apoyo para la identificación de la madurez.	42
4.2 Resultados de la Caracterización fisicoquímico.....	43
4.2.1 Características físicas de la badea	43
Porcentaje comestible	43
Humedad	44
Valores medios y desviación estándar del pH, acidez y ° brix	45
Sólidos Solubles (° Brix).....	45
Acidez	46
Índice de madurez	46
Índice de madurez mediante análisis imagen de la fruta	47
CAPÍTULO V.....	49
5.1 Conclusiones.....	50
5.2 Recomendaciones	51
CAPÍTULO VI.....	52

BIBLIOGRAFÍAS	53
CAPÍTULO VI	58
Anexos	63

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Valores nutritivos de la badea (<i>Passiflora quadrangularis</i> L)	14
Tabla 2. Localización del trabajo de investigación.....	22
Tabla 3: Peso, largo y diámetro de la badea.....	43
Tabla 4: Valores medios ($\bar{X}$) y desviación estándar (σ) de las variables pH, ° Brix y acidez de la badea	45
Tabla 5: Contiene los resultados del índice de madurez.	46

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Análisis FODA de la fruta de la badea.....	5
Figura 2. Planta de la badea	12
Figura 3. Fruta de la badea	13
Figura 4. Cosecha de la badea	15
Figura 5: Genero de los encuestado.....	33
Figura 6: Nivel de estudio de las personas encuestada	33
Figura 7: Información sobre el porcentaje de hectáreas que siembran los agricultores de badea.	34
Figura 8: Tiempo de dedicación al cultivo de badea	34
Figura 9: Mejor estación del año para la cosecha de la fruta	35
Figura 10: Registro de la floración de la badea	35
Figura 11: Tiempo en días para cosechar la fruta de badea.	36
Figura 12: características tomadas en cuenta para la cosecha.....	36
Figura 13: Identificación por color	37
Figura 14: Identificación por aroma	37
Figura 15: Herramienta que se utiliza para cosechar la badea.	38
Figura 16: Recipiente que utilizan para la cosecha.....	38
Figura 17: Almacenamiento de la badea después de cosecha.....	39
Figura 18: Almacenamiento de las frutas.....	39
Figura 19: Tiempo en el que realizan la comercialización	40
Figura 20: Venta de la fruta.	40
Figura 21: Cambio de cultivo de badea	41
Figura 22: Conocimiento de los agricultores de alguna aplicación.....	41
Figura 23: Implementación de una aplicación móvil.....	42
Figura 24: Porcentaje de la porción comestible de la badea.	44
Figura 25: Porcentaje de humedad.	44
Figura 26: Variación de madurez en la badea durante 11 días.....	47
Figura 27: Gráfico de dispersión entre la variable latente 1(LV1) vs. 2 (LV2). Rojo: verde; verde: pintón; azul: fruta madura.....	47
Figura 28: Recolección de información a los agricultores.....	63
Figura 29: Recolección de la muestra.	63
Figura 30: Pelado de la fruta.	63

Figura 31: Centrifugar la muestra.....	64
Figura 32: Medición de 50 ml de muestra para proceder a analizar.....	64
Figura 33: <i>Muestra para analizar</i>	64
Figura 34: Medición de Ph.	64
Figura 35: Titulación de acidez.	65
Figura 36: Muestra tituladas.....	65
Figura 37: Medición del pH (8,20) para saber que muestra está bien titulada.....	65
Figura 38: Pesos de la muestra más crisol.	65
Figura 39: Colocando en la estufa las muestras pesadas.	66
Figura 40: Muestra después del secado.	66
Figura 41: Pesado de la pulpa de la fruta.....	66
Figura 42: Pesado de la cáscara.....	66

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexos 1: Modelo de encuesta.....	59
Anexos 2: Fotografías del proceso de encuesta	63
Anexos 3: Recolección de las frutas.....	63
Anexos 4: Preparación de la muestra.....	63
Anexos 5: Análisis fisicoquímico	64
Anexos 6: Análisis de Humedad	65
Anexos 7: Porcentaje de parte comestible de la fruta.....	66

CÓDIGO DUBLÍN

Título:	Determinación del índice de madurez de la badea (<i>Passiflora quadrangularis L</i>) para la comercialización
Autor/a:	Rivera Miranda Maritza Jacqueline
Palabras claves:	Índice de madurez, Caracterización fisicoquímico, <i>Passiflora quadrangularis</i> , RGB, análisis de imagen.
Fecha de publicación:	Mayo 2023
Editorial:	Quevedo, UTEQ, 2023
Resumen:	La badea (<i>Passiflora quadrangularis L</i>) tiene origen en Sudamérica su fruto es grande en comparación con otras especies de <i>Passiflora</i>, es cultivada para su venta en mercados, siendo privilegiada por compradores de algunos países de América por su jugo fresco, postre o mermeladas y sus excelentes propiedades nutricionales como alimentos que favorecen el buen funcionamiento del sistema nervioso por su contenido de serotonina es ideal para los infantes por cantidad de vitamina E, hierro y porcentaje de calcio (%) esta fruta se puede aprovechar en su totalidad. El objetivo de esta investigación fue determinar los índices de madurez de la badea (<i>Passiflora quadrangularis L</i>) para la comercialización. Para este fin se analizaron las propiedades fisicoquímico de la badea (<i>Passiflora quadrangularis L</i>) las propiedades fueron: (Peso tamaño, diámetro, porcentaje de porción comestible de la pulpa, humedad, pH, solidos solubles (° Brix), acidez. De los resultados obtenidos se determinaron diferencias estadísticamente significativas entre los diferentes días de estado de madurez de la fruta el valor de porcentaje en frutas verdes de 78,8% pintonas 80,1% y maduras 82,3%, el pH de la pulpa de la badea va desde valores de 5,58 hasta 6,31, los valores de ° Brix aumentaron, hasta el final del día 11 de 4,33 a 7,29 ° Brix, a diferencia del pH y los ° Brix, la acidez de la fruta fue disminuyendo desde el día 1, hasta el día 11. Se determinó que el índice de madurez apto para la comercialización es de $8,42 \pm 0,77$ % estos valores se obtuvieron del día 4. ABSTRACT: The badea (<i>Passiflora quadrangularis L</i>) originates in South America its fruit is large compared to another species of <i>Passiflora</i>, it is cultivated for sale in markets, being privileged by buyers from some countries of America for its fresh juice, dessert or jams and its excellent nutritional properties as foods that favor the proper functioning of the nervous system for its serotonin content is ideal for infants by amount of vitamin E, Iron and calcium percentage (%) This fruit can be used in full. The objective of this research was to determine the maturity indices of badea (<i>Passiflora quadrangularis L</i>) for marketing. For this purpose, the physicochemical properties of the badea (<i>Passiflora quadrangularis L</i>) were analyzed: (Weight size, diameter, percentage of edible portion of the pulp, moisture, pH, soluble solids (° Brix), acidity. From the results obtained were determined statistically significant differences between the different days of state of maturity of the fruit the value of percentage in green fruits of 78.8% pintonas 80.1% and ripe 82.3%, the pH of the pulp of the badea goes from values of 5.58 to 6.31, the values of ° Brix increased, decreasing on day 5; from day 8 its value increased until the end of day 11 of 4.33 to 7.29 ° Brix, unlike pH and ° Brix, the acidity of the fruit was decreasing from day 1, until day 11. It was determined that the maturity index suitable for commercialization is 8.42 ± 0.77 % these values were obtained from day 4.
Descripción:	85 Hojas: dimensiones, 29 x 21 cm + CD-ROM
URL:	

INTRODUCCIÓN

La badea (*Passiflora quadrangularis L*) tiene origen en Sudamérica su fruto es grande en comparación con otra especie de *Passiflora*, su característica es ovalada, la pulpa blanca y suave tiene semillas rodeadas por arilos translucidos de color naranja, cuando llega a su madurez, la fruta cambia de tonalidad, verde a amarillo pálido, es cultivada para su venta en mercados, siendo privilegiada por compradores de algunos países de América por su jugo fresco, postre o mermeladas y sus excelentes propiedades nutricionales (Sinche, 1999).

En Ecuador se cultivan diversas variedades de frutas incluida la badea (*Passiflora quadrangularis L*) durante todo el año se puede encontrar en los mercados del país. Tiene propiedades que favorecen el buen funcionamiento del sistema nervioso, por su contenido de serotonina es ideal para los infantes por la cantidad de vitamina E, hierro y porcentaje de calcio (%), esta fruta se puede aprovechar en su totalidad (Zamora, 2015).

El cultivo de badea (*Passiflora quadrangularis L*) se ubica principalmente en la provincia de los Ríos y Guayas siendo representativo en los cantones de El Empalme, Balzar, Milagro, Naranjal, por las condiciones favorables para la siembra de esta fruta. Debido a la poca investigación de esta fruta no se hay un adecuado manejo en el momento de la cosecha esto perjudica al productor disminuyendo la calidad de la fruta y por ende genera un porcentaje elevado de pérdidas económicas (Zamora, 2015).

La fruta al ser perecedera necesita ser comercializada o transportada con cuidado específico, para ello se utilizan empaques de cartón o cajas de maderas, también cada fruta se debe cubrir con papel periódico, para evitar el rozamiento y pérdidas de calidad de la badea (*Passiflora quadrangularis L*). El mesocarpio de la fruta madura es comestible, su acidez con un aroma ligero la hacen óptima para bebidas refrescantes, en la actualidad es utilizado para preparar postres, dulces, mermeladas, compotas, salsas y helados. La pulpa a menudo se mezcla con arilo en cócteles, sin embargo, hace falta desarrollar nuevos productos que permitan aumentar su aprovechamiento y fortalecer la economía de los agricultores (Cuyo, 2017).

El índice de madurez de la fruta tiene como resultados algunas etapas de cambios notables en el color, sabor, textura, por procesos metabólicos y químicos, las frutas climatéricas están

controladas en gran medida por etileno y su actividad respiratoria. Durante el desarrollo del fruto en el árbol se producen cambios fisiológicos y bioquímicos. En la maduración existen indicadores que se pueden considerar para determinar el mejor momento para cosechar, los más utilizados son: el color, firmezas, contenidos de sólidos solubles, acidez etc. Estos indicadores fisicoquímicos se utilizan mayormente para certificar un correcto control de la madurez de la fruta (Galván, Santos, & Hernández , 2006).

Mediante este proyecto de investigación se busca determinar el índice de madurez de la fruta mediante análisis físico químicos para identificar el tiempo correcto en el que se puede realizar la cosecha de la badea (*Passiflora quadrangularis L*), para su comercialización. Así mismo se plantea un método no destructivo, basado en el análisis e imagen.

CAPÍTULO I
CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Problema de investigación

1.1.1. Planteamiento del problema

La escasa información sobre el cultivo, cosecha y postcosecha de la fruta badea (*Passiflora quadrangularis L*), hace que los pequeños productores no posean conocimientos técnicos adecuados para el manejo, cosecha y postcosecha de este cultivo. El mayor inconveniente se presenta en la comercialización puesto que la fruta cosechada con un índice de madurez comercial no apto suele deteriorarse rápidamente y no tener la calidad requerida ocasionando una baja distribución en los mercados debido al deficiente manejo productivo de las frutas (Cuyo, 2017).

Los productores al no tener una guía sobre estas técnicas se ven afectados económicamente puesto que la fruta es desechada, debido a su corta vida útil sumado a la mala manipulación que se le da en los procesos de recolección. Así los agricultores buscan en sustituir este tipo de cultivo (Velazquez, 2015).

Por lo tanto, esta investigación va encaminada en encontrar un índice de madurez adecuado realizando la caracterización de la fruta con análisis fisicoquímicos, destructivos y no destructivos. Los cuales ayudarán a que el productor coseche la badea con un tiempo óptimo para así poder conservar la calidad de la fruta y que esta se pueda comercializar a tiempo y llegue a su mercado de destino sin alterar sus propiedades organolépticas.

FODA

La figura 1, muestra las fortalezas, debilidades, oportunidades y amenazas observadas en el cultivo lo que ha permitido un planteamiento más acertado de la problemática.

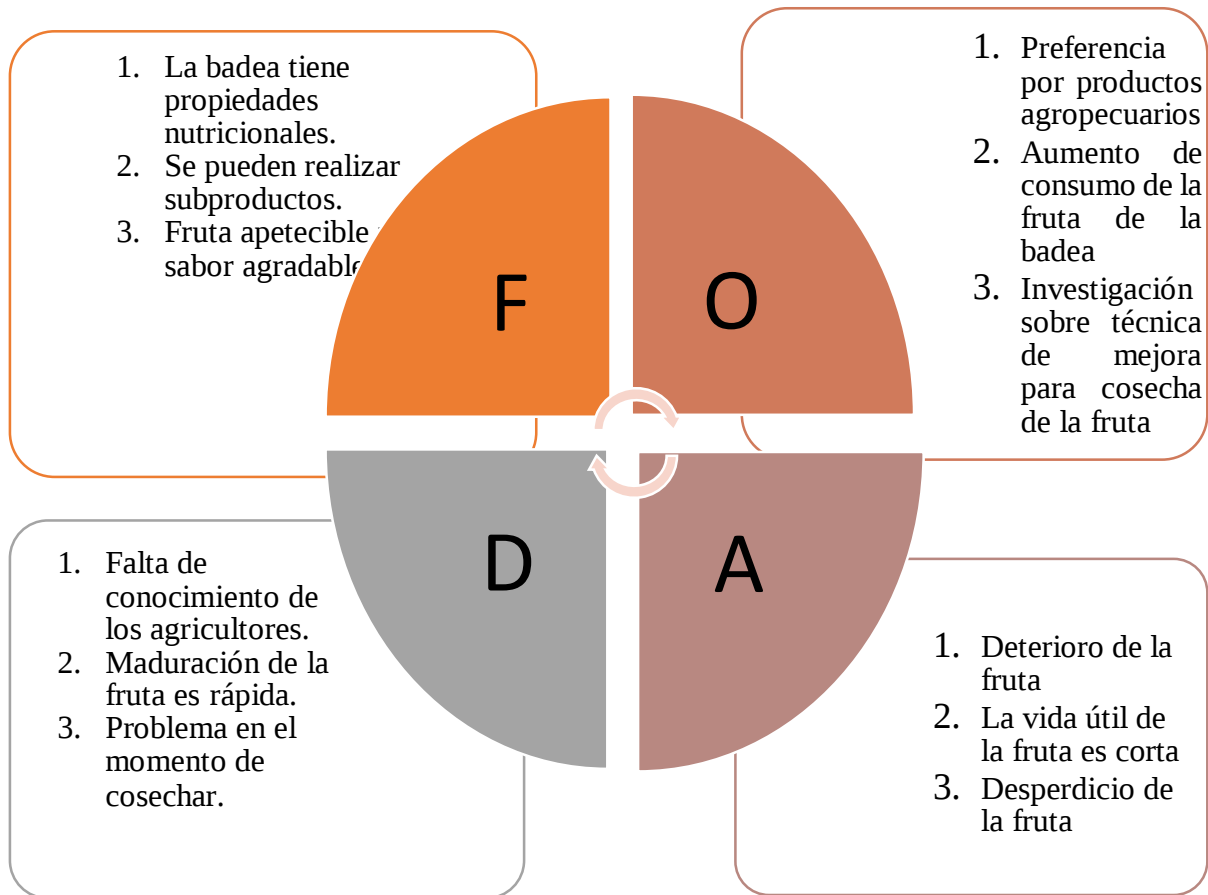


Figura 1. Análisis FODA de la fruta de la badea

Elaborado por: Rivera Maritza, 2023

Diagnóstico

Debido a la poca información que se tiene de la fruta de badea (*Passiflora quadrangularis* L) esta es cosechada por parte de los productores en tiempo no adecuado. La fruta se deteriora fácilmente, así afectando la calidad de la fruta antes de ser distribuida al mercado impactando de manera negativa la comercialización. Esto genera cuantiosas pérdidas económicas a los productores.

Pronóstico

Al realizar esta investigación se puede dar a conocer información técnica que puede ser aprovechada. Esto representaría una oportunidad viable para los agricultores que podrán reconocer en qué etapa del ciclo después de la floración de la fruta se puede realizar la cosecha manteniendo la calidad de la fruta para su comercialización aportando así el crecimiento económico y a la vez incrementando el cultivo de badea.

1.1.2. Formulación del problema

¿Qué características observan para la cosecha de la badea (*Passiflora quadrangularis* L) los productores y cómo influye el hecho de no cosechar con el índice de madurez Correcta?

¿Qué parámetros fisicoquímicos varían según el estado de madurez de la fruta?

¿Los parámetros fisicoquímicos cuantificados permitirán determinar el índice de madurez?

1.1.3. Sistematización del problema

¿Cuál sería la característica principal que debe tener la fruta para la cosecha?

¿Qué método será sugerido para la determinación del índice de madurez de la fruta?

¿Cuál sería la relación entre índices de calidad o índice de madurez?

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo General

- Determinar los índices de madurez de la badea (*Passiflora quadrangularis L*) para la comercialización.

1.2.2. Objetivos específicos.

- Realizar un levantamiento de información para conocer la práctica de manejo de postcosecha actuales de la badea (*Passiflora quadrangularis L*).
- Realizar la caracterización fisicoquímica de la badea (*Passiflora quadrangularis L*) mediante métodos destructivos y no destructivos.
- Determinar el índice de madurez de la badea (*Passiflora quadrangularis L*)

1.3. Justificación

En el Ecuador se desperdician cerca de 990 toneladas de alimentos anuales, se estima que el 50% de este desperdicio corresponde a frutas (FAO, 2019). La producción agrícola de la fruta de la badea no es ajena a este problema, esta genera pérdidas y desperdicio debido al incorrecto manejo durante la cosecha y postcosecha. La inexistencia de información y la falta de conocimientos técnicos de los agricultores hacen que este problema se incremente (Velazquez, 2015).

El desconocimiento de los agricultores sobre el índice de madurez con el que se puede cosechar la fruta genera su rápido deterioro, puesto que esta fruta climatérica a pocos días de ser cosechada presenta cambios físicos-químicos. Además, el incorrecto manejo durante la cosecha, postcosecha y comercialización tiene como resultado cuantiosas pérdidas, lo que da lugar a que el productor abandone este cultivo y opten por sustituirlo por otro cultivo (Aleman, 2021).

La investigación tiene como propósito encontrar el índice de madurez óptimo para la cosecha de la badea mediante análisis fisicoquímicos destructivos y no destructivos para poder brindar información con base técnica. Información que permita que los agricultores puedan optimizar su proceso de cosecha, beneficiándose de este cultivo con su comercialización en los diferentes mercados del país.

Por otro lado, dar lugar a que este producto con excelentes características nutricionales y funcionales esté disponible para los consumidores. La información actualizada sobre las propiedades fisicoquímicas de la fruta permitirá promover la industrialización de nuevos productos que puedan ayudar en la economía de los agricultores.

Y de esta manera aprovechar que la industria alimentaria actualmente busca productos innovadores que aporten beneficios nutricionales (Ramírez, Ruilova, & Garzón, 2015)

La investigación se justificará mediante ayuda bibliográfica e investigación en campo, para obtener información técnica lo cual permitirá cumplir con los objetivos planteados.

Se trata de obtener un método que determine el índice correcto de maduración que sea fácil, manejables aceptable para los agricultores y que reduzca las pérdidas y desperdicio, usual en este tipo de fruta.

CAPÍTULO II

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. Marco Conceptual

Badea

Enredadera de la familia de las pasifloráceas, de tallo cuadrangular, hojas grandes ovales, flores de color rojo lila y fruto verde crema, con numerosas semillas rodeadas de una pulpa comestible (RAE, 2022).

Fruta climatérica

Son los frutos que después de ser cosechados siguen en su proceso de maduración, esta característica de los frutos se aprovecha para que estos puedan ser transportados a los mercados garantizando que lleguen al consumidor en perfecto estado (Martinez, Balois, Alia , & Cortes, 2017).

Serotonina

La serotonina es una sustancia química producida en el cuerpo humano que ayuda a regular la salud y el cambio de ánimo. Esto se debe a que es un neurotransmisor, lo que significa que envía señales químicas directo de neurona a neurona (Trueta & Cercós, 2012).

Subproducto

Subproducto es aquel producto obtenido en un proceso productivo conjunto, susceptible de valoración económica, pero con una importancia menor que el producto principal (Duarte, 2018).

Características físicas de la fruta

Características físicas son aquellas que se pueden observar y medir sin alterar su composición como la forma, tamaño, peso, volumen, color. Estos parámetros son utilizados para evaluar la calidad de la fruta (Ramos, 2009).

Sistemas de almacenamiento

Un producto puede ser almacenado en más de una forma aumentando el tiempo en que puede ser conservado. El almacenamiento puede ser natural o en el campo el tiempo

aumentará si se utilizan estructuras diseñadas para tal efecto y más aún cuando se utiliza la refrigeración o atmósferas controladas (Lopez, 2003).

Factores precosecha que inciden en la cosecha

La calidad y pérdida de fruta al momento de la cosecha dependen en gran parte del manejo que se le ha dado al cultivo, y de la manera en que es cosechada y manipulada hasta la entrega al consumidor. Durante el cultivo, cada decisión tomada, desde el mismo momento de la selección del material a sembrar, incide en la calidad y pérdidas postcosecha (Villamizar, 1996).

Arilo

Excrecencia de origen funicular, que cubre las semillas de algunos frutos (Sáenz, 2004).

El mesocarpio

Es la capa intermedia, que contiene las sustancias de reserva. En los frutos inmaduros, estas sustancias son ácidos cítrico, tartárico y málico, que ayudan a la semilla a desarrollarse por completo (Acosta, 2021).

2.2. Marco referencial.

2.2.1. Referencia histórica (*Passiflora quadrangularis* L)

La fruta de Badea es originaria de las regiones tropicales y subtropicales de América, y es probable que este fruto y otras especies de esta familia de plantas (*Passifloraceae*) hayan sido domesticadas, en el Caribe y América Central y del Sur antes del siglo XV. Algunos técnicos remontan su origen a México, Brasil, Perú o las islas del Caribe. La falta de consenso sobre este tema se debe en gran parte al amplio repartimiento de la Badea en América (Salazar & Verbel , 2015).

2.2.2. Generalidades de la badea (*Passiflora quadrangularis* L)

Hay alrededor de 400 especies distribuidas en todo el mundo, pero alrededor de 50 a 60 especies son frutas comestibles, la mayoría son tropicales y subtropicales de América, pero las especies de *Passiflora* se encuentran en América Latina. La badea tiene excelentes

propiedades nutricionales para uso como alimentos funcional y usado por su gran variedad, olor y sabor, las flores de la badea se llaman flores de la pasión (Marin, Salazar, & Verbel, 2015).

2.2.3. Descripción de la badea (*Passiflora quadrangularis* L)

La badea (*Passiflora quadrangularis* L) es una planta trepadora se desarrolla de 10 a 20 m, tallos verdes, cuadrangular “Crece desde el nivel del mar hasta un máximo de 1.800 msnm y en áreas no inundables con precipitaciones anuales de 900 a 3.400 mm”. Esta planta es sensible a las heladas su temperatura óptima de crecimiento es entre 17° y 25°C. Su nombre común varía en todo el ámbito hispanico, debido la frondosidad de sus hojas el suelo queda parcialmente oscuro. Las hojas color verde claro, las flores muestran un diámetro de 12 cm con color blanco, azul, rojo o rosado, la fruta es de tamaño grande posee de 10 a 30 cm, de largo y 7 a 15cm de diámetro. Su piel es delgada, pulpa gruesa y jugosa, dulzona de color blanco sus semillas son jugosas (Calderon, 2011).

2.2.4. Clasificación taxonómica

La clasificación taxonómica de la badea (*Passiflora quadrangularis* L.) en el reino vegetal es:

Reino: Vegetal

Clase: Angiosperma

Subclase: Dicotiledónea

Orden: Parietal

Familia: Passifloracea

Género: Passiflora

Especie: quadrangularis (Reina, 1996).



Figura 2. Planta de la badea (Cuyo, 2017).

2.2.5. Descripción botánica

La especie *quadrangularis* son plantas que tienen tallo cuadrangular sus ramas son tipos enredaderas en espiral o envueltos mide entre 10 a 25 cm de largo y de 7 a 15 cm de ancho sus flores tienen un aroma exquisito cuando esta abiertas completamente se puede observar pétalos punteados de rojo en el centro y blanco amarillento (Cuyo, 2017).

Hojas

Las hojas de estas frutas son lisas y ovaladas su color es verde claro de 10 a 25 cm de largo y 7 a 14 cm de ancho.

Flores

Las flores de la badea tienen un diámetro de 8 a 12 cm es de color blanco, lila y rosado sus pétalos de lado externo y por lado interno del pétalo es de color rojizo y tiene un aroma que la diferencia de la otra especie de pasifloras.

Frutos

La fruta durante su crecimiento tiene un color verde claro conforme la fruta va creciendo va cambiando su tonalidad a un verde-amarillo. En el centro de la fruta, se encuentra numerosas semillas ligeramente agria, cuando la fruta llega a su punto de cosecha llega a medir de 15 a 30 cm de largo con un peso de 4,5 lb a 6 lb. El fruto es el más grande de la especie de la Passiflora, su cáscara es delgada su pulpa es gruesa, esponjosa y jugosa apta para ser consumida en fresco o usarla en la industrialización.



Figura 3. Fruta de la badea (Delgado, 2002)

2.2.6. Valores nutritivos de la badea (*Passiflora quadrangularis* L)

De acuerdo con lo investigado en bibliografía los valores nutritivos que tiene la fruta de la badea se presentan en la tabla 1.

Tabla 1. Valores nutritivos de la badea (*Passiflora quadrangularis* L)

Nutrientes	Cantidad	Unidad
Proteína	8	gr
Hierro	94,4	mg
Vitaminas	B2 (0,15mg) - C (27 mg)	
Calorías	150	Kcal
Carbohidratos	8	gr
Colesterol	Lípidos = 0,15g	mg
Fibra	7	gr
Calcio	12,5	mg

Fuente: (Calderon, 2011)

2.2.7. Cultivo en el Ecuador

En el Ecuador la badea es una fruta perecedera por ser una fruta climatérica lo cual facilita el rápido deterioro. No contar con una tecnología de manejo adecuada genera un porcentaje de pérdida directa de este producto produciendo una menor rentabilidad de los agricultores. Los sitios en los que se localiza el cultivo de la badea son: El Empalme, Balzar, Quevedo Milagro entre otros. La provincia de Imbabura cuenta con pequeños productores de badea, el clima le favorece el desarrollo de la fruta y produce fruta de buena calidad (Cuyo, 2017).

2.2.8. Condiciones de adaptación

Altitud: 0 a 1.500 m.s.n.m. metros sobre el nivel del mar, Clima: Su óptimo desarrollo lo alcanza con precipitaciones entre 1.800 mm anuales y temperaturas media anual de 17 a 25°C, Suelo. La especie prefiere suelos fértiles, húmedos, abonados moderadamente para no favorecer el desarrollo excesivo de las hojas (Tropical, 2021).

Cosecha

El tiempo para cosechar la fruta se define como un período llamado ventana de cosecha. Entre ellos se puede determinar el período mínimo, el inicio de la madurez de la fruta para el consumo y las condiciones de maduración.

El momento de la cosecha debe definirse en función de los cambios fisiológicos que ocurren en la fruta como lo refleja el índice de madurez. La madurez depende de la capacidad de representar el tiempo fisiológico de la fruta o cultivar dentro y entre las temporadas de crecimiento, también debe ser fácil de medir e interpretar, la edad biológica de la fruta que está relacionada con la cinética de maduración. Los frutos climatéricos son aquellos que cambian significativamente con el tiempo, cuyas características principales son los cambios internos y externos resultantes coordinados por el gas etileno. (Zoffoli, 2002).



Figura 4. Cosecha de la badea

Índices de cosecha

El índice de madurez para la cosecha se puede observar directamente en el fruto por su color de fondo(inferior) tamaño, o por su color de cobertura total, los cosechadores utilizan este indicador para realizar la recolección de frutas (Calvo, Colodner, & Candan, 2012).

Postcosecha

Postcosecha hace referencia a la manipulación adecuada para la conservación de varios productos agrícolas con la determinación de una buena calidad para poder realizar la

comercialización. Un buen manejo postcosecha debe tener prácticas de preparación del producto, como secado, limpieza, selección y por último almacenamiento que esté libre de roedores se debe llevar un control de plagas desde la cosecha hasta la comercialización para poder prolongar por más tiempo el producto y reduzca su valor comercial (SADR, 2019).

Manejo de postcosecha de las frutas

Para un buen manejo en la postcosecha de la fruta se debe tener, adecuada temperatura y humedad. Para evitar daños pueden utilizar recubrimientos en las frutas para mantener la calidad del fruto durante la comercialización y reducir la pérdida del producto (Proain, 2021).

Comercialización

Durante la comercialización se da el proceso de la distribución de las frutas, donde el vehículo que va a hacer el encargado debe estar en condiciones higiénicas, para evitar pérdidas de calidad del producto por caídas o por proliferación de gérmenes (Alvarez, 2016).

2.2.9. Factores que afectan a la vida útil de los frutos en postcosecha

La respiración

Durante este proceso, los almidones almacenados en la fruta se oxidan y tienen lugar dos procesos: Consumen oxígeno y liberan dióxido de carbono. La madurez, temperatura y la composición del aire alrededor de la fruta son factores que afectan a este proceso.

La humedad y la temperatura

Alrededor del 90 por ciento de los productos son agua, por lo que cuando se pierde la humedad, se producen daños como arrugas y marchitamiento. Lo principal es conocer la temperatura de las frutas y verduras después de su recolección y su temperatura óptima. Al almacenar, transportar y vender en el punto de venta, es importante saber siempre la humedad y la temperatura (DECCO, 2020).

2.2.10. Usos

La fruta de la badea principalmente es utilizada para la preparación de jugos, la bebida de esta fruta es popular por su sabor y por la sensación de saciedad, que produce, al no ser una fruta dulce es usada para la elaboración de postres, conservas y preparados especiales.

Las raíces también sirven como un desparasitante, las semillas de esta fruta dan un sabor exótico debido a su contenido ácido. El jugo puede ser incluida en las dietas de los niños y adultos les aportara energía durante el día (Prieto, 2020).

2.2.11. Importancia en el proceso de madurez de la fruta

La fruta que alcanza su punto de madurez óptimo ha conseguido propiedades organolépticas apropiadas para poder ser consumida, aunque esto implique que la fruta sea más propensa a que la vida útil se acorte, porque está expuesta a recibir daño. Además, se debe conocer cuál es el proceso de madurez de la fruta ya que es un principal requisito para tener una postcosecha con éxito.

Madurez fisiológica

La madurez fisiológica es el proceso de maduración en que la fruta ha alcanzado su máximo tamaño o estado de desarrollo por lo cual después de cosechada puede seguir su proceso de madurez. La calidad de estos frutos depende al momento de recolección y manipulación en todo el proceso de cosecha (Martinez, Balois, Alia , & Cortes, 2017).

Madurez de cosecha

La madurez de cosecha hace referencia al que la fruta ha pasado su maduración fisiológica por lo cual presenta características muy diferentes como pérdida de color, aumento de sólidos solubles etc.

Madurez comercial

Madurez comercial es cuando la fruta está apta para la venta hay que tomar en cuenta que la demanda del mercado puede estar relacionado con la madurez óptima, y la sobre madurez del producto. Esta madurez está encaminada a los frutos que son comercializados en un estado de maduración incompleto (Eli, 2022).

2.2.12. Métodos destructivos

Estos métodos requieren la destrucción de la fruta, se requiere tener contacto directo.

Estos métodos se llevan a cabo con la destrucción parcial o total de la muestra para desarrollar las pruebas fisicoquímicas en laboratorio. Este tipo de técnica es fácil si se tiene los equipos necesarios ya que son usados para conocer parámetros globales de los alimentos (Ventura, 2020).

Análisis fisicoquímico

Análisis de sólidos solubles

Este tipo de análisis se utiliza para medir el grado de concentración de azúcar en la fruta, es aplicable en la mayoría de las frutas antes de ser cosechadas, para este análisis se utiliza un instrumento llamado refractómetro.

Análisis de acidez

El porcentaje de acidez se define como la cantidad de ácidos orgánicos que se encuentran presentes en las frutas. Para el cálculo de la acidez titulable, se debe conocer el ácido predominante del fruto y se realiza mediante una valoración conocida como titulación.

2.2.13. Métodos no destructivos.

Estos métodos no requieren la destrucción de la fruta. Colorímetros, espectros e imágenes en 2D son altamente utilizados en la industria de los alimentos para determinar si los frutos están satisfaciendo los requerimientos de calidad.

En el caso de la espectroscopia VIS/NIR(Visible/Infrarrojo cercano), todos los cuerpos se encuentran constituidos por sustancias que se encargan de absorber y reflejar la luz blanca, por lo tanto, absorben y reflejan colores, a estas sustancias se les conocen como pigmentos. Este tipo de técnicas se utilizan principalmente para la estimación de diferentes tipos de compuestos, ya que son pruebas rápidas y no destructivas que permiten obtener una información completa acerca del fruto (Limonas & Contrera, 2020).

Peso

Este tipo de análisis físico se lleva a cabo en laboratorios autorizados mediante balanzas, normas y métodos de pruebas generales, publicados por organizaciones nacionales e

internacionales de estandarización. De esta manera los laboratorios logran resultados confiables.

2.3 Trabajos de investigación referencial con frutas climatéricas

Lozada (2012), manifestó que los frutos de tomate con el índice de madurez del 75% de color rojo (pintón), experimentaron la mejor conservación, por cuanto, reportaron la menor pérdida de peso (11,48 g), pérdida de diámetro ecuatorial (0,82 cm) y polar (0,17 cm) y menor pérdida de presión de la pulpa (1,90 lb de presión), con concentración de sólidos solubles de 5,49 grados Brix.

Pinzón, Fischer, & Corredor (2007), determinaron como momento óptimo de cosecha del fruto de la gulupa (*Passiflora edulis Sims.*) el estado 3 el cual corresponde a un fruto 40-50% verde y 40-50% púrpura; en este estado el fruto es más denso y alcanza sus máximos pesos frescos de fruto total y de la pulpa. Los parámetros químicos evaluados mostraron que el fruto en el estado 3 contiene la mayor concentración de sólidos solubles totales (SST) (15,9 °Brix) y además comienza a aumentar el pH (desde 3,0 hasta 3,6, mientras disminuye la Acidez Total Titulable (ATT) (13%).

Flores (2011), estudió el índice de madurez de los duraznos utilizando cuatro cajas de aproximadamente 20 kg de melocotonero, que dividieron en 25%, 50% y >50%. Las frutas se analizaron durante 15 días consecutivos, lo que resultó en un índice de madurez del 50 % de color amarillo salmón para los duraznos almacenados. El mejor resultado se reportó cuando se observó que perdieron menos peso a los 12 días (2,37 g) que a los 15 días (2,87). También en estos frutos, la pérdida de diámetro ecuatorial fue menor tanto a los 12 días (0,93 mm) como a los 15 días (0,91 mm), y la pérdida de diámetro polar fue menor a los 12 días (0,75 mm) y a los 15 días (0,95 mm)), por lo que, es el índice de cosecha adecuado para conservar mejor la calidad del fruto y alargar su vida. Los resultados, sobre todo en cuanto a la pérdida de peso de frutos, los obtuvo el amarillo salmón con un índice de madurez del 25%, el segundo mejor fue a los 12 días (2,75 g) y a los 15 días (3,04 g).

Gonzalez, *et al.*, (2017), estudiaron las características físico-químicas de la pitahaya evaluaron la calidad postcosecha de la pitahaya amarilla en almacenamiento, combinando la temperatura (factor A) con dos niveles: A1(ambiente) 16±4 °C y HR de 79 %, A2 (frío) 6±2

°C y HR de 72-92%, y el estado fisiológico (factor B), con tres niveles: B1 fruto tierno (15-25 % color amarillo), B2 fruto pintón (50 % color amarillo), y B3 fruto maduro (75-90% color amarillo). El ensayo se realizó en un tiempo máximo de 26 días de y las determinaciones se hicieron dos veces por semana: pérdida de peso (PP), sólidos solubles totales (SST), potencial de hidrógeno (pH), acidez titulable (AT) e índice de madurez (IM). Las variables fueron comparadas mediante una prueba de media según Tukey ($p < 0.05$). Para el cálculo del Índice de Madurez (IM), se empleó la relación entre los sólidos solubles totales (°Brix) y la Acidez de la Fruta (g ácido cítrico/ 1000 cm³), así en el día 0, A1B1 obtuvo un valor de 8.93, llegando a los 26 días a 20.20, existiendo diferencia significativa entre los tratamientos del factor A y el B.

Mulkay, *et al.*, (2020), evaluaron los indicadores de calidad de las frutas de guayaba ‘Enana Roja Cubana E.E.A 18-40’ durante la conservación postcosecha, donde determinaron color del exocarpio (porcentaje de pulpa), pérdidas de masa fresca (%), firmeza del mesocarpio, sólidos solubles totales (°Brix), acidez titulable (%), pH e índice de madurez de las frutas (SST/ acidez). Los días evaluados fueron, cero, cuatro y ocho días de almacenadas a 16 °C $\pm$ 1 °C y humedad relativa de 75 % - 80 %. Teniendo como resultado que a los ocho días la firmeza disminuyó a 2,45, los sólidos solubles totales (SST) incrementaron a 10 °Brix, la acidez titulable disminuyó a 0,36 %, el pH aumentó a 4,36 y el índice de madurez final fue de 27,98 con diferencias significativas en los momentos evaluados.

CAPÍTULO III
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Localización

El desarrollo de esta investigación se realizó en los laboratorios de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo (UTEQ) Campus finca experimental “La María” Km7/2 Vía Quevedo El Empalme Cantón Mocache provincia de Los Ríos, ubicada en Paso Lateral Quevedo. La fruta que se utilizó para realizar los análisis se la recolectó en la finca la Merced ubicada en la provincia Guayas perteneciente al cantón El Empalme, Recinto San Isidro.

Tabla 2. Localización del trabajo de investigación

INVESTIGACIÓN	LOCALIZACIÓN
Recolección de las frutas	● Finca Las Mercedes. El Empalme- Guayas
Análisis fisicoquímico de la fruta de la badea (<i>Passiflora quadrangularis</i> L)	● Laboratorio de Química de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo (UTEQ), campus La María

Elaborado: Autora.

3.2 Tipo de investigación

Se realizó una investigación en campo por medio de una entrevista, se utilizó el método descriptivo, exploratorio, el enfoque es cuantitativo y cualitativo con modalidad en campo y en laboratorio donde se investigó el índice de madurez de la badea (*Passiflora quadrangulares* L).

3.2.1 Investigación en campo

Se diseñó una encuesta para recopilar información relevante para el desarrollo del proyecto, acerca de cómo se lleva a cabo la cosecha actual de la badea (*Passiflora quadrangularis* L). La aplicación de esta encuesta fue dirigida a los agricultores que cultivan esta fruta para conocer cómo hacen la cosecha sin una técnica existente para este tipo de cultivo.

3.2.2 Investigación descriptiva

Una vez recopilada la información describieron y evaluaron las características del cultivo y cosecha de la badea (Nieto, 2018).

3.3 Métodos de investigación

3.3.1 Métodos estadísticos

La evaluación estadística de los resultados se realizó mediante la aplicación de un software, libre por el cual se analizaron los datos obtenidos en el laboratorio de las pruebas físico-químicas de la fruta.

3.3.2 Método inductivo-deductivo

Se aplicó el método de investigación deductivo partiendo de la falta de información sobre el índice de madurez óptimo para la cosecha de la badea (problemática). Así se investigaron variables y métodos específicos que permitan brindar información óptima para que los agricultores puedan identificar el índice de madurez más adecuado (Newman, 2006).

3.4 Fuentes de recopilación de información

El tipo de información para esta investigación fue primaria y secundaria, esta cumplió con requisitos como la precisión, confiabilidad, exactitud además de tener el mínimo de errores para que contribuya de forma efectiva en la investigación.

3.4.1 Fuentes primarias

Las fuentes primarias que contienen información original obtenida mediante trabajos en Campo y análisis en laboratorio son:

- Encuesta a productores de la badea en el sector El Empalme
- Análisis físico químico

3.4.2 Fuentes secundarias

Las fuentes secundarias, que sirven para explicar o interpretar la información producida son:

- Revistas científicas.
- Páginas web.
- Artículos científicos.
- Tesis.

3.5 Diseño de la investigación

La presente investigación es de tipo preexperimental descriptiva con un enfoque cuantitativo, con un factor de estudio.

Factor de estudio

- Índice de madurez de la fruta badea (*Passiflora quadrangularis L*) respecto a los días de cosecha.

Niveles de estudios

- Verde
- Pintón
- Madura

Variables de estudio

- Solidos Totales
- Acidez
- pH
- Humedad
- Peso
- Diámetro

La hipótesis de esta investigación es:

H1: $\mu_1 = \mu_2$ H1: Es posible mediante los análisis de pH, Acidez y °Brix e imagen, encontrar los índices de madurez de la badea (*Passiflora quadrangularis L*).

H0: $\mu_1 = \mu_2$ H0: No es posible conocer mediante los análisis de pH, Acidez y ° Brix e imagen encontrar los índices de madurez de la badea (*Passiflora quadrangularis L*).

3.6. Instrumentos de investigación

Investigación de campo: encuesta

3.6.1. Muestreo

Recolección de información

Para la recolección de la información se aplicaron técnicas de información primaria encuesta, entrevista, la población objetivo estuvo definida con una totalidad de 30 personas que cultivan la fruta en 3 recintos aledaños perteneciente al Cantón El Empalme.

Diseño y validación de encuesta

Se realizó el diseño de la encuesta y se validó para conseguir información precisa y obtener respuesta de varios agricultores. La encuesta se basó en un cuestionario con preguntas escritas abiertas, para que el encuestado pueda responder con facilidad (Márquez & Cuichán, 2020).

Procesamiento de la información.

- Se procedió a revisar las encuestas con su debida respuesta para facilitar la tabulación de los datos de manera computarizada.
- Se realizó el análisis de los datos para poder representarlos mediante estadística descriptiva.
- Los resultados se presentaron de manera gráfica para una mejor apreciación, interpretando cada resultado de las preguntas.

3.7. Materiales y Métodos

3.7.1. Materia prima

- Fruta de la badea (*Passiflora quadrangularis L*)

3.7.2. Materiales de laboratorios

- Vaso de precipitación de 50 mL, 100ml y 200mL
- Papel filtros
- Matraces de 50 ml
- Cuchillo

- Pipeta plástica
- Gaveta
- Cernidor
- Toallas de cocina
- Recipientes de aluminio

3.7.3. Instrumento y equipo

- ✓ Balanza
- ✓ Brixómetro
- ✓ Ph metro
- ✓ Teléfono inteligente
- ✓ Extractor
- ✓ Estufa de secado
- ✓ Centrifuga

3.7.4. Reactivos

- NaOH (0,1 N)
- Agua destilada
- Fenolftaleínas

3.8. Procedimiento

3.8.1. Materia prima y recolección de las muestras

Para la recolección de las badeas en el campo, se seleccionaron 30 frutas, en el árbol que estuvieran verdes, se escogieron de varias plantas seleccionadas al azar libres de manchas con firmeza dura sin magulladuras ni presencia de plagas. Estas frutas seleccionadas se recolectaron y se analizaron durante 10 días.

3.8.2. Preparación de la muestra

En esta etapa se realizó el lavado de las frutas con agua potable, y se procedió a tomar datos del tamaño, peso, porcentaje de porción comestible y humedad. Para los análisis de sólidos solubles (Brix), acidez y pH se procedió a la extracción de la pulpa con ayuda de un extractor de fruta y luego se utilizó, papel filtro y vaso de precipitación de 50mL, el jugo filtrado se

centrifugó a una velocidad constante de 3.400. RPM por 3 minutos. Los análisis mencionados se detallan a continuación:

3.8.3. Tamaño, circunferencia y peso

Se procedió a medir el largo y la circunferencia de cada una de las frutas mediante una cinta métrica. El peso de la fruta se midió en una balanza marca (CAMRY), donde se registró el peso respectivo de cada fruta.

3.8.4. Porcentaje de la parte comestible.

Se procedió a pesar la fruta antes y después de pelada, el porcentaje comestible de la fruta se calculó con la siguiente formula.

Fórmula:

$$\%de\ porción\ comestible = \frac{peso\ final}{peso\ inicial} \times 100$$

3.8.5. Humedad

En el análisis de humedad se utilizó la estufa esterilizadora Marca (Merment) donde se procedió a pesar el crisol para luego colocar 5g de muestra (muestra húmeda), la muestra se colocó en la estufa por 2 horas a 105°C (muestra seca) y finalmente se pesó.

Para sacar el porcentaje de humedad de la fruta se utilizó la siguiente fórmula:

$$\% H = \frac{Mh - Ms}{Mh} \times 100\%$$

Donde:

Mh; Peso de la muestra húmeda

Ms: Peso de la muestra seca

%H: porcentaje de humedad

3.8.6. pH

Para determinar el pH se utilizó la norma NTE INEN 381, el electródo del pH metro marca (Starter Bioo), se colocó en el vaso de precipitación que contenía 40mL de jugo centrifugado y se registró el resultado.

3.8.7. Acidez

La acidez se determinó utilizando la norma NTE INEN 381 (se utilizaron 50 mL de jugo de la badea y se procedió a colocar 3 gotas de fenolftaleína, esta solución se tituló hasta que la muestra cambió de color a rosa (pH 8,2) y se procedió a anotar el consumo de NaOH (% de dilución), el ácido predominante de esta fruta es el ácido cítrico.

Fórmula para calcular la acidez de la fruta:

$$\%Acidez = \frac{N * Vgasto * 0,67(meq. ac.)}{m(ml)} * 100$$

En donde:

N = Normalidad del NaOH

V gasto =gasto en titulación (ml)

Meq.ac. (0,67) =mili equivalente de ácido cítrico

Muestra (ml) = ml total de la muestra utilizada.

3.8.8. Sólidos totales (°Brix)

Con la ayuda de una pipeta se procedió a colocar dos gotas del jugo centrifugado sobre el prisma de un refractómetro marca (Atago Máster) y se procedió a registrar el resultado, se utilizó la norma NTE INEN 1 998:2005.

3.8.9. Índice de madurez

La relación utilizada para medir la madurez interna de un fruto es el índice de madurez (IM).

Fórmula:

$$IM = E / A$$

Dónde

E: Corresponde a los sólidos solubles totales (°Brix) del zumo de fruta.

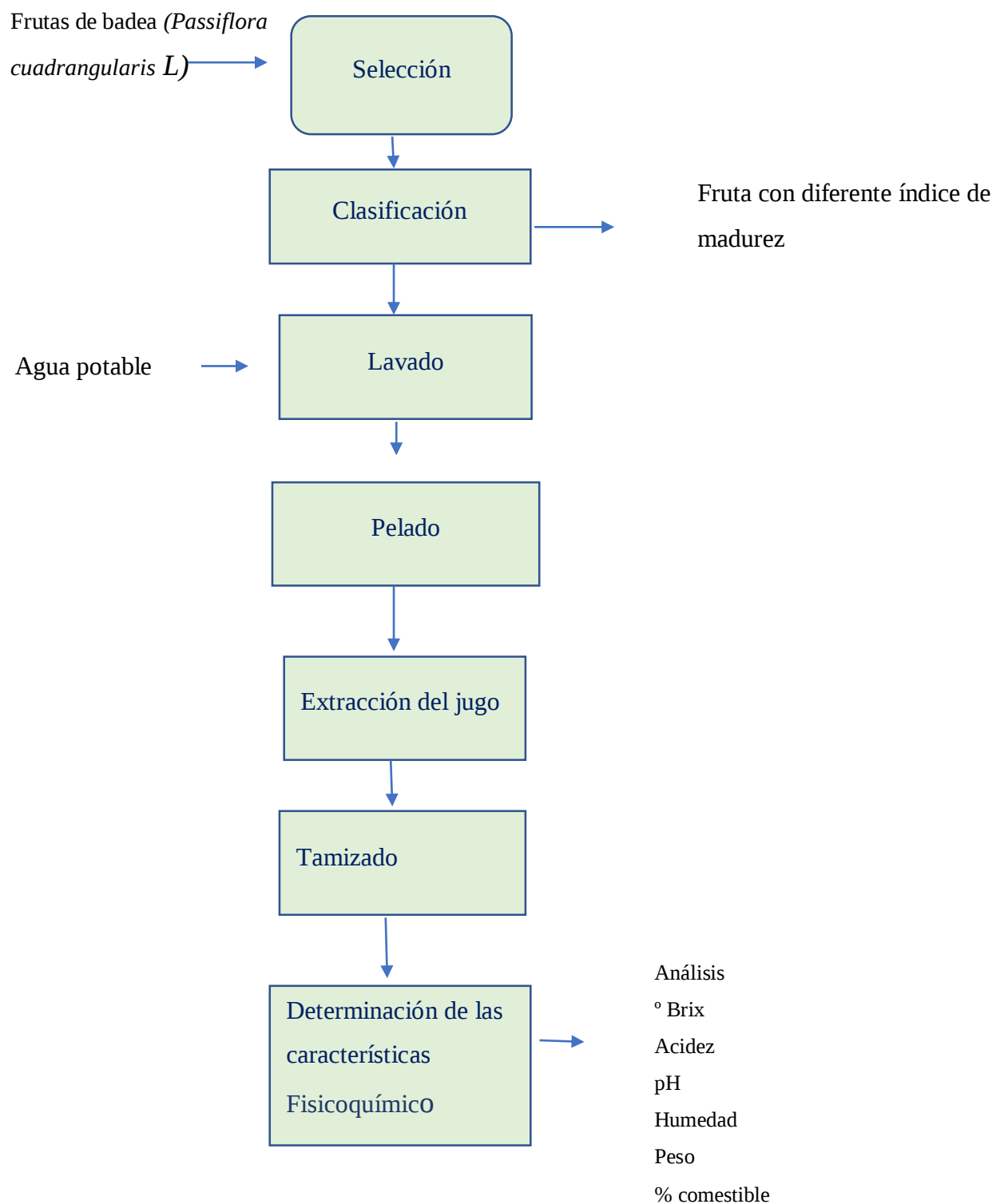
A: Corresponde la acidez que contiene el zumo de la fruta expresado en ácido cítricos.

El IM es un sistema rápido para conocer, con precisión la madurez interna de la fruta (Romero , Hervalejo, Calero, & Arenas, 2020).

3.8.10. Análisis de imagen

Previo a los análisis fisicoquímicos se tomaron fotografías de las frutas, mediante un celular inteligente Samsung Galaxy A20 con cámara trasera de 13 megapíxeles (MP) f/1.9+5 MP f/2.2, en formato jpg. Las fotografías fueron analizadas mediante el software MATLAB V2018a, se aplicó el algoritmo de clasificación mínimos cuadrados parciales discriminante (PLS-DA) a las coordenadas de color red (R), green (G) y blue (B). La variable dependiente corresponde a la madurez con las clases verde (1), pintón (2) y maduro (3).

3.8.11. Diagrama de proceso experimental



3.9. Recursos humanos y materiales

3.9.1 Recursos humanos

Para la realización de esta investigación se contó con los siguientes recursos humanos

- Estudiantes (Rivera Miranda Maritza)
- Docente (Quelal Vásconez Maribel)
- Agricultores de la fruta badea (*Passiflora quadrangularis L*)

3.9.2. Materiales de oficina

- ✓ Cuaderno de apuntes
- ✓ Esferográficos
- ✓ Computadora
- ✓ Impresora
- ✓ Memoria USB
- ✓ Calculadora

CAPÍTULO IV
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Investigación de campo. Encuesta:

Los datos de la encuesta se procesaron mediante los siguientes apartados

4.1.1. Datos socio-económicos

1. Género de agricultores

La figura 5 muestra que la mayor parte de agricultores que se dedican a esta siembra son de sexo masculino y un mínimo porcentaje son mujeres.

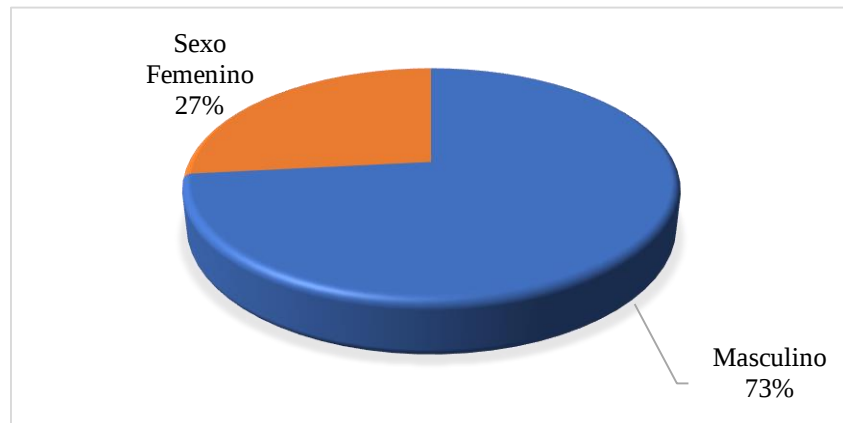


Figura 5: *Genero de los encuestado*

2. Nivel de estudio

En la figura 6 se observa el nivel de estudio de los encuestados, se puede constatar que la mayoría de las personas tienen la primaria y un menor porcentaje tienen estudio nivel superior.

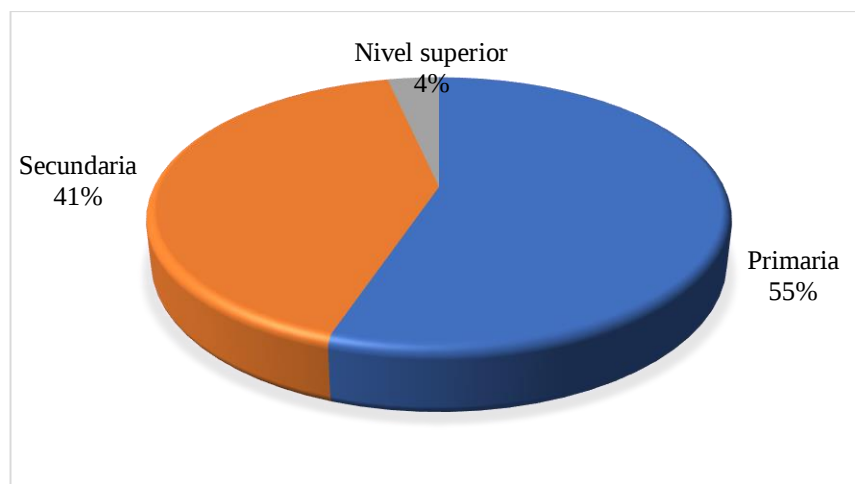


Figura 6: *Nivel de estudio de las personas encuestada*

4.1.2. Información del cultivo de la fruta de la badea

3. Área de cultivo

En la figura 7 se observa que la mayoría de los agricultores tienen para la siembra de este cultivo media hectárea y un pequeño porcentaje tienen una hectárea.

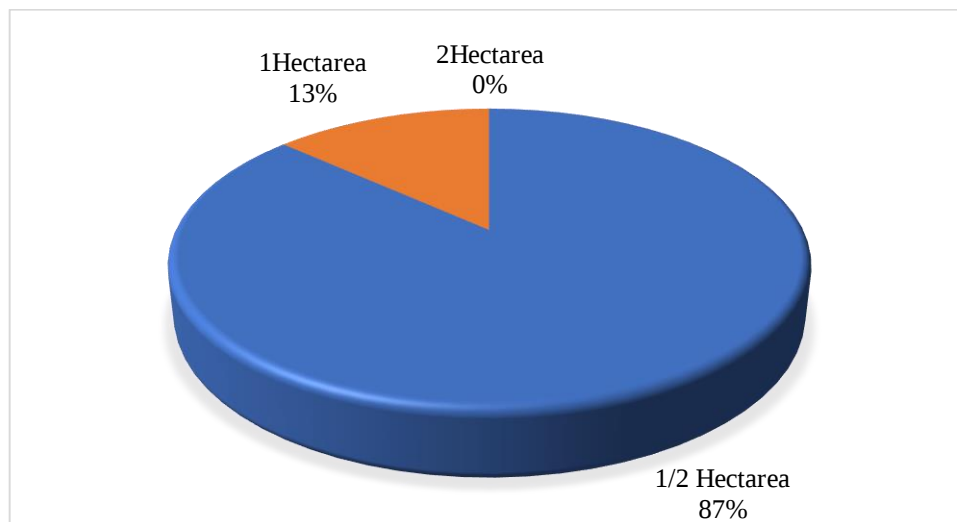


Figura 7: Información sobre el porcentaje de hectáreas que siembran los agricultores de badea.

4. Tiempo de dedicación al cultivo de badea

Como se puede observar en el gráfico 8, el tiempo que los agricultores dedican al cultivo de la badea es de 3 a 5 días por semana teniendo un menor porcentaje que se dedican a diario.

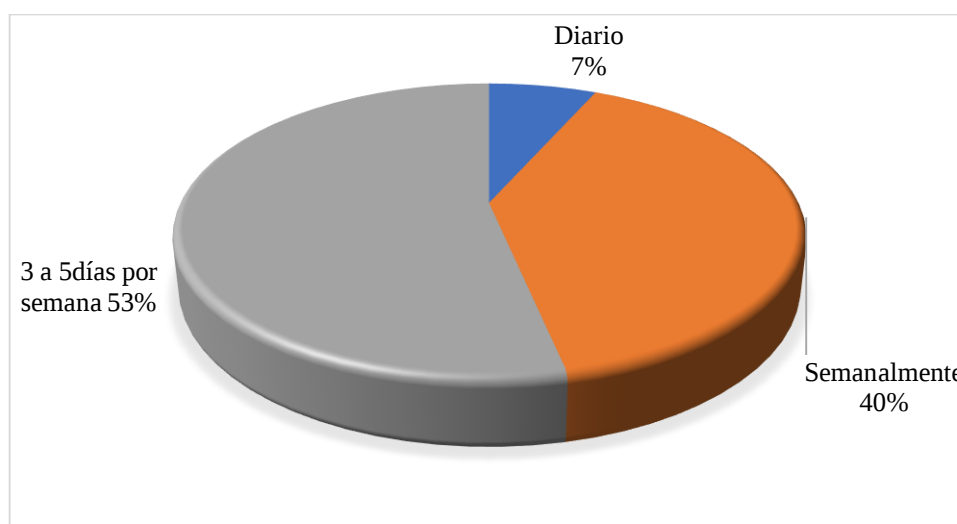


Figura 8: Tiempo de dedicación al cultivo de badea

5. Temporada para cosechar la badea

Como se muestra en el gráfico 9 la mayoría de los encuestados que representa el (97%) contestaron que la mejor época para cosechar la badea es en verano ya que se presentan plagas y enfermedades para este cultivo.

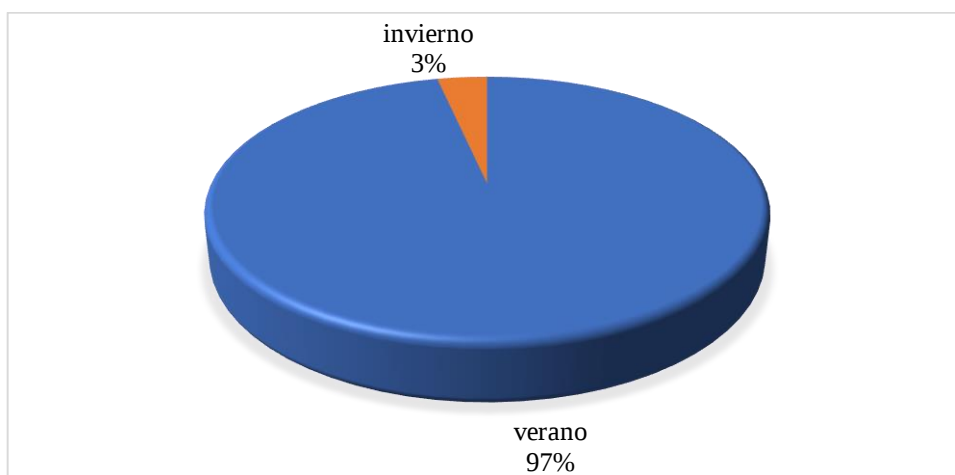


Figura 9: *Mejor estación del año para la cosecha de la fruta*

6. Registros de monitoreo del cultivo hasta que ya este apta la fruta para la cosecha.

En la figura 10 se puede observar que el 77% de agricultores no lleva un registro y con menos porcentajes dicen que sí.

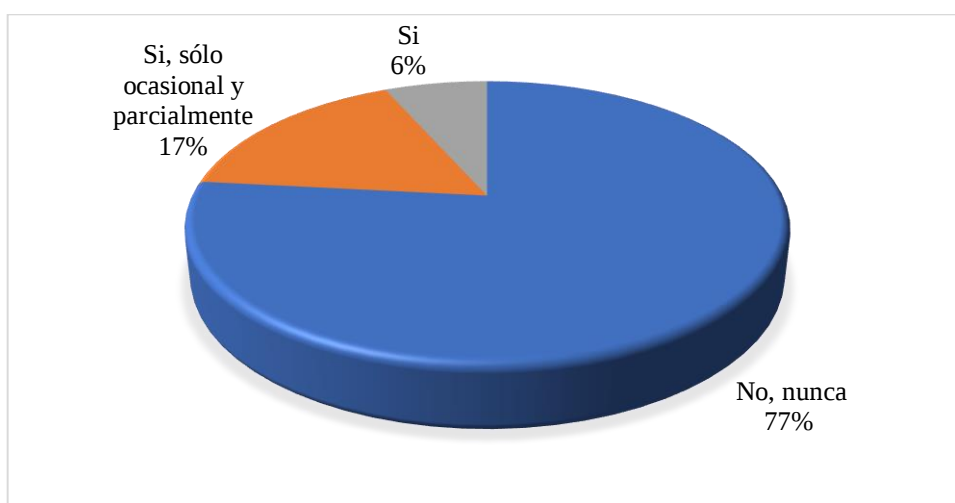


Figura 10: *Registro de la floración de la badea*

7. Días desde la floración hasta la cosecha

En la figura 11 se observa que hay un total de 65,2% de los agricultores que no llevan un registro después de la floración de la badea indicaron que calculan 60 días después de la floración para poder cosechar la fruta.

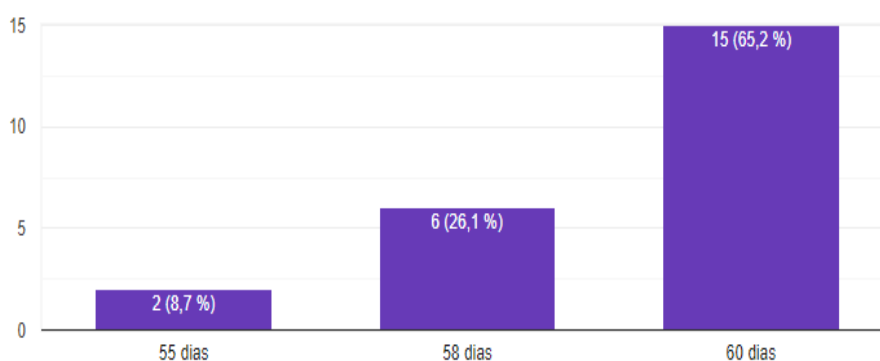


Figura 11: Tiempo en días para cosechar la fruta de badea.

8. Característica para la cosecha

En la figura 12 se observa que las personas encuestadas respondieron que toman en cuenta 2 característica para la cosecha es el aroma y el color, representando un 86,7 %, el aroma y un 60% el color, sin tener en cuenta el tamaño que obtuvo un 0%.

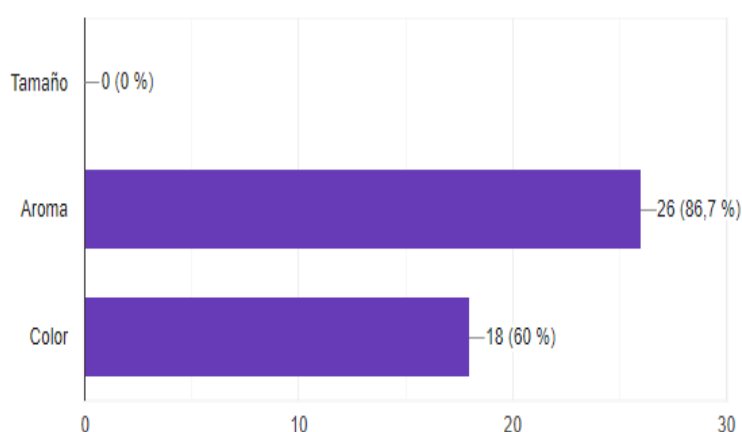


Figura 12: características tomadas en cuenta para la cosecha.

9. Color característico para la cosecha

Se observa en la figura 13 que los agricultores identifican la fruta por su color el cual debe ser de tono verde amarillo y un 26% contestaron que también la reconocen por su color amarillo pálido.

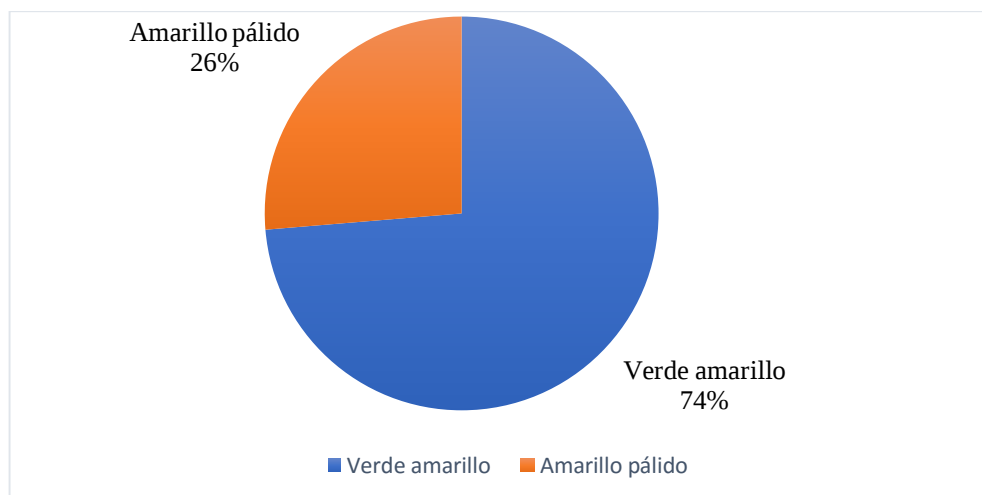


Figura 13: *Identificación por color*

10. Aroma característico para la cosecha

En la figura 14 se observa que del total de las personas encuestada un 50% identifican que la fruta ya es apta para cosecha por su aroma (Aroma fresco y vegetal, ligeramente cítrico) y un 46% respondieron que identifican un aroma moderado (Aroma fresco y vegetal, con notas de hierba, hoja verde y un ligero toque cítrico), un 4% indicaron que la fruta tiene un aroma muy débil (Apenas se percibe un aroma suave y dulce).

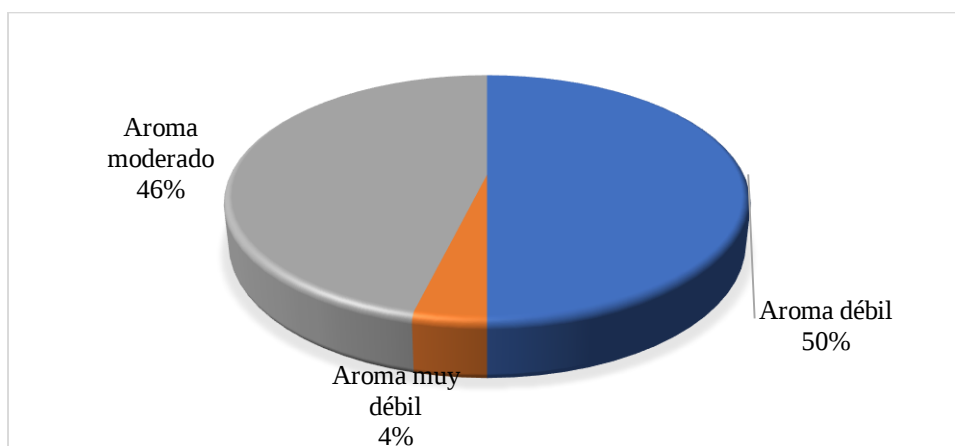


Figura 14: *Identificación por aroma*

11. Herramientas utilizadas para la cosecha.

Se observan en la figura 15 que el mayor porcentaje de los agricultores encuestados contestaron que ellos cosechan la badea con tijeras.

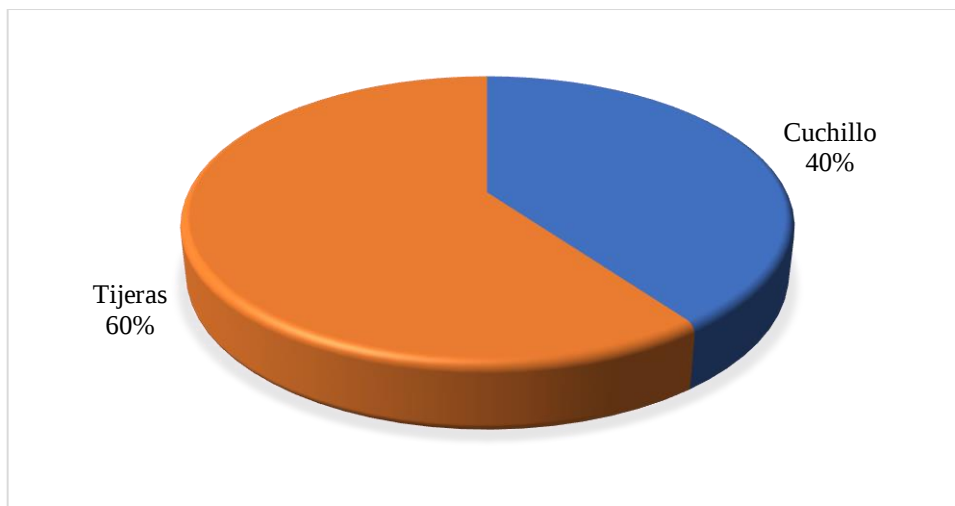


Figura 15: Herramienta que se utiliza para cosechar la badea.

12. Recipiente para almacenamiento y transporte.

Se observa en la figura 16 que mayoría de las personas utilizan una gaveta para transportar la badea después de cosechada y uno menor porcentaje contestaron que utilizan cajas de cartón.

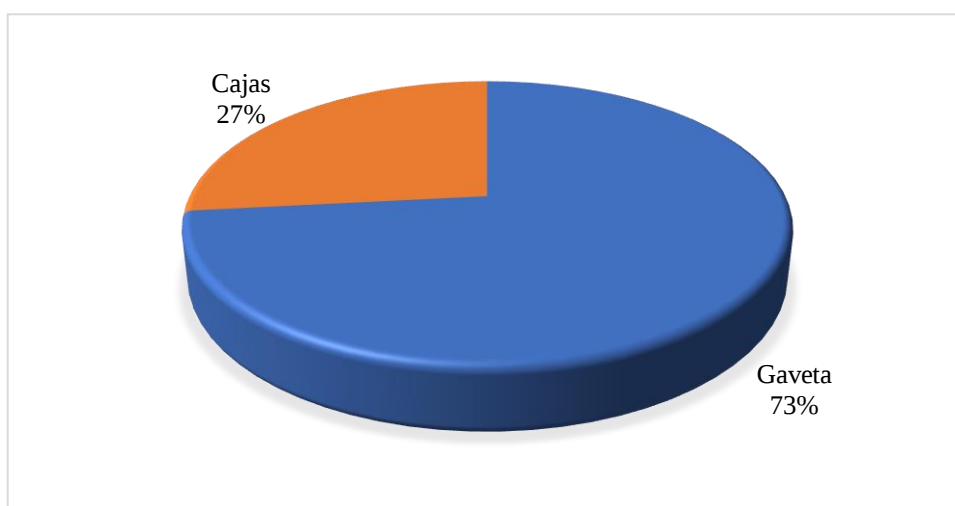


Figura 16: Recipiente que utilizan para la cosecha.

4.1.3. Información de postcosecha

13. Almacenamiento después de la cosecha.

Se observan en la figura 17 que la mayoría de las personas contestaron de que si almacenan la fruta después de ser cosechada.

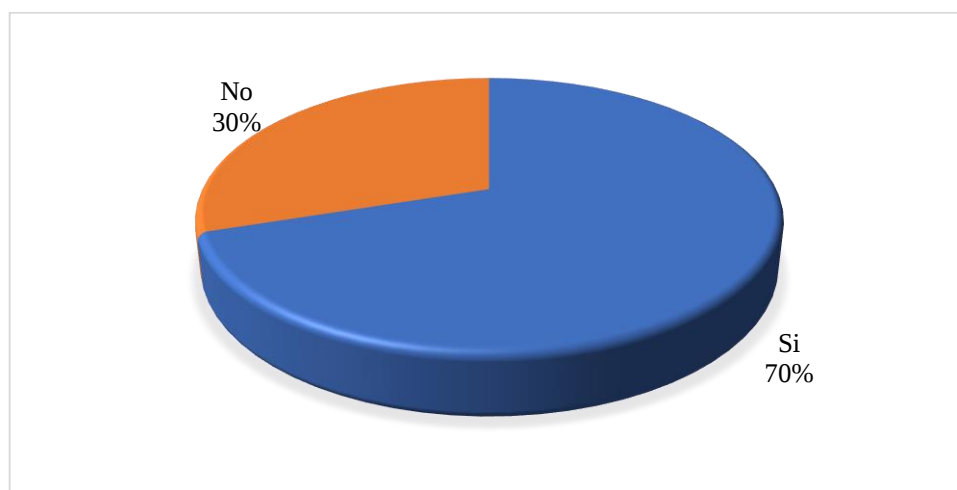


Figura 17: Almacenamiento de la badea después de cosecha

14. Condiciones almacenamiento de la fruta.

Se observa en la figura 18 que todas las personas encuestadas respondieron que almacenan la fruta a temperatura ambiente.

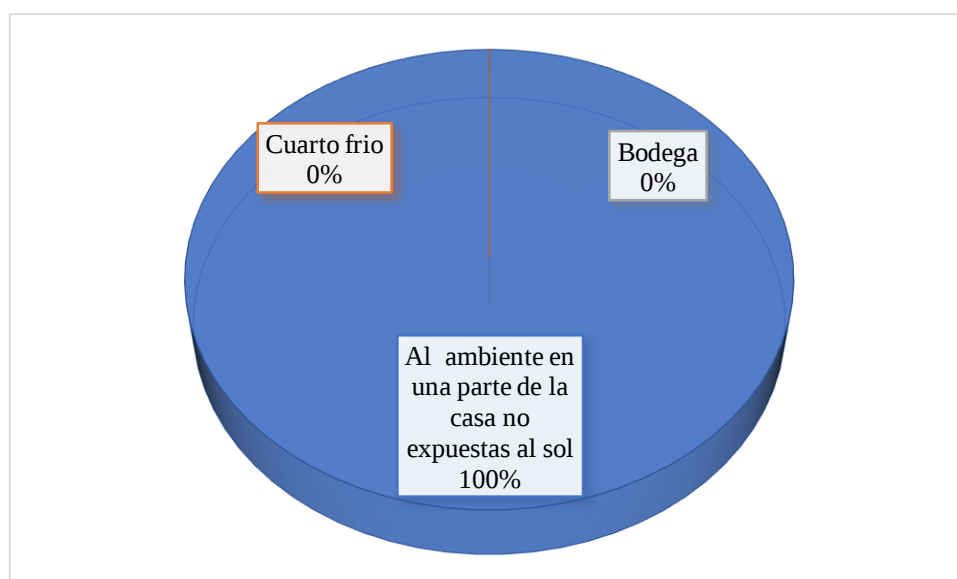


Figura 18: Almacenamiento de las frutas

15. Tiempo para la comercialización después de la cosecha.

Se observa en la figura 19 que la mayoría de los agricultores encuestados realizan la comercialización entre los 2 a 5 días después de la cosecha y que un menor porcentaje la comercializan en los 6 a 9 días después de la cosecha.

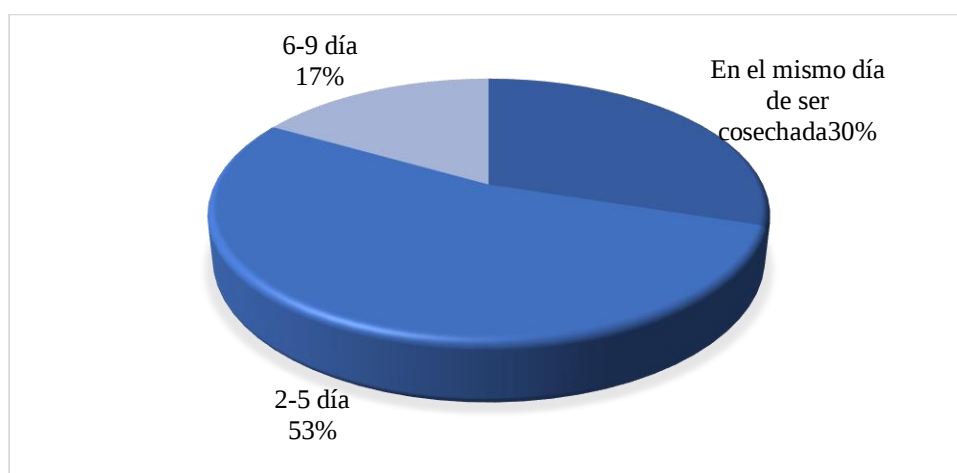


Figura 19: *Tiempo en el que realizan la comercialización*

16. Comercialización de la fruta

En la figura 20 se observa que la mayoría de los agricultores contestaron que ellos venden, su producto a un intermediario, mientras que un pequeño porcentaje de agricultores vende directamente al mercado.

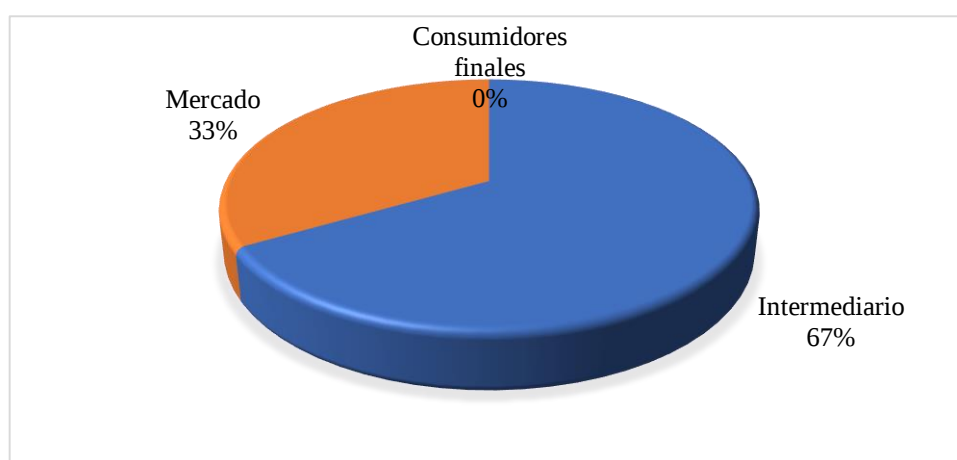


Figura 20: *Venta de la fruta.*

17. Cultivo sustituto

En la figura 21 se observa que el mayor porcentaje de los agricultores respondieron que no tienen pensado en suspender el cultivo de badea mientras que muy pocas personas respondieron que si piensan en cambiarla por otro tipo de cultivo.

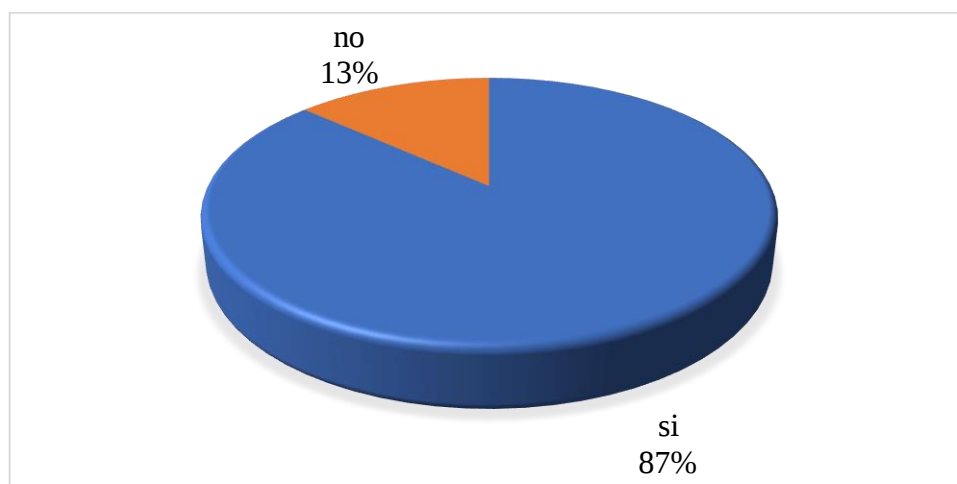


Figura 21: *Cambio de cultivo de badea*

4.1.4. Información sobre alternativas para identificar tiempo de cosecha

18. Conocimiento sobre alternativa

En la figura 22 se observa que la mayoría de los agricultores encuestados contestaron que no conocen ninguna aplicación para poder conocer el índice de madurez de la fruta, mientras que un bajo porcentaje respondieron que sí.

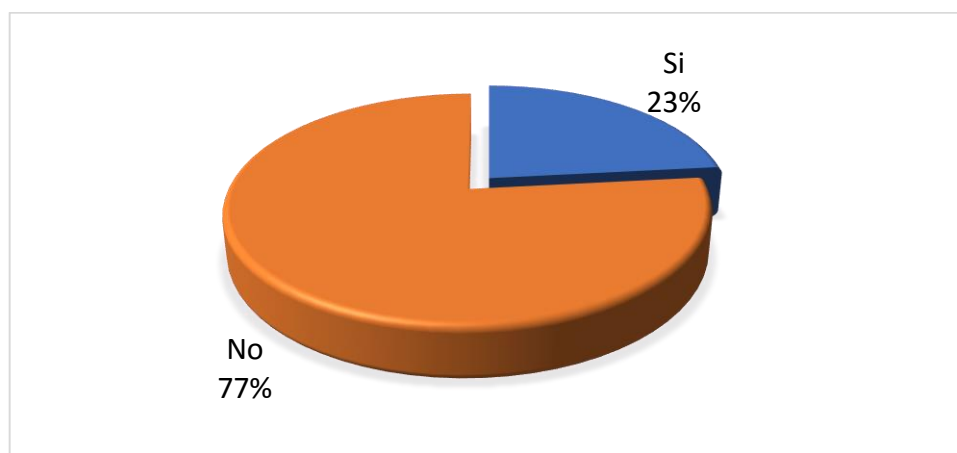


Figura 22: *Conocimiento de los agricultores de alguna aplicación*

19. Tecnología como apoyo para la identificación de la madurez.

Se observa en la figura 23 la mayoría de persona encuestada contestaron que si es necesario utilizar un aplicativo móvil para diagnosticar el índice de maduración de la fruta para evitar desperdicios mayores en la postcosecha y comercialización.

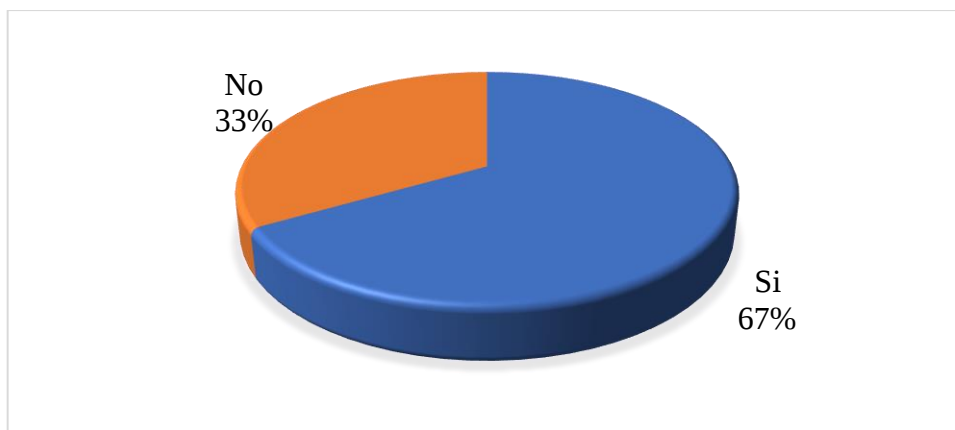


Figura 23: *Implementación de una aplicación móvil.*

4.2 Resultados de la Caracterización fisicoquímico

4.2.1 Características físicas de la badea

La tabla 3 muestra los datos de peso, largo y diámetro, se pueden observar que conforme pasan los días el peso obtenido fue aumentando, hasta 2,68 kilos, este aumento fue significativo en el día 11. El largo de la fruta incrementó desde 23 cm de largo en el día 1 hasta 27,67 cm de largo en el día 11, no existieron diferencias significativas entre los días de análisis.

Esto resultados difieren de lo presentado por Peña (2013), que indicó, que el diámetro de badea varía de 12 a 25 cm de largo y de 8 a 16 cm de ancho, en su investigación llevada a cabo para los tres estados de madurez (verde, pintón y maduro), la diferencia puede deberse al clima y el suelo que da lugar a que la fruta no se desarrolle de la misma manera (Cuyo, 2017).

Tabla 3: *Peso, largo y diámetro de la badea*

Estado de madurez	Día	Peso (kg)		Largo(cm)		Diámetro(cm)	
		$\bar{x}$	σ	$\bar{x}$	σ	$\bar{x}$	σ
Verde	1	2,02	± 0,05 ^a	23,00	± 2,45 ^a	14,16	± 0,92 ^a
	2	2,11	± 0,06 ^{ab}	24,00	± 0,82 ^a	14,40	± 0,91 ^a
Pintón	4	2,17	± 0,10 ^{ab}	25,00	± 1,63 ^a	15,84	± 0,40 ^a
	5	2,29	± 0,03 ^{ab}	25,75	± 3,10 ^a	15,20	± 1,02 ^a
	8	2,39	± 0,10 ^{ab}	26,75	± 2,06 ^a	15,44	± 0,41 ^a
Maduro	9	2,45	± 0,09 ^b	28,50	± 1,29 ^a	16,36	± 0,40 ^a
	10	2,56	± 0,03 ^{ab}	28,33	± 1,53 ^a	15,81	± 0,49 ^a
	11	2,68	± 0,08 ^b	27,67	± 1,52 ^a	15,14	± 0,18 ^a

Letras minúsculas: diferencia significativa (letra común no son significativamente diferentes).

Fuente: Autora

Porcentaje comestible

Para calcular el porcentaje (%) de la porción comestible de la fruta se procedió a pesar la muestra en los días 1,5 y 10 obteniendo un valor de porcentaje en frutas verdes de 78,8% seguida de la pintona con un 80,1% y la fruta en estado de maduración completa que obtuvo un rendimiento del 82,3%.

En la figura 24 se puede analizar que el mayor porcentaje de porción comestible de la pulpa se encuentra en la fruta en estado madura y como menor porcentaje se encuentra en la fruta verde, este resultado concuerda con lo reportado por Acurio, *et al.*, (2015).

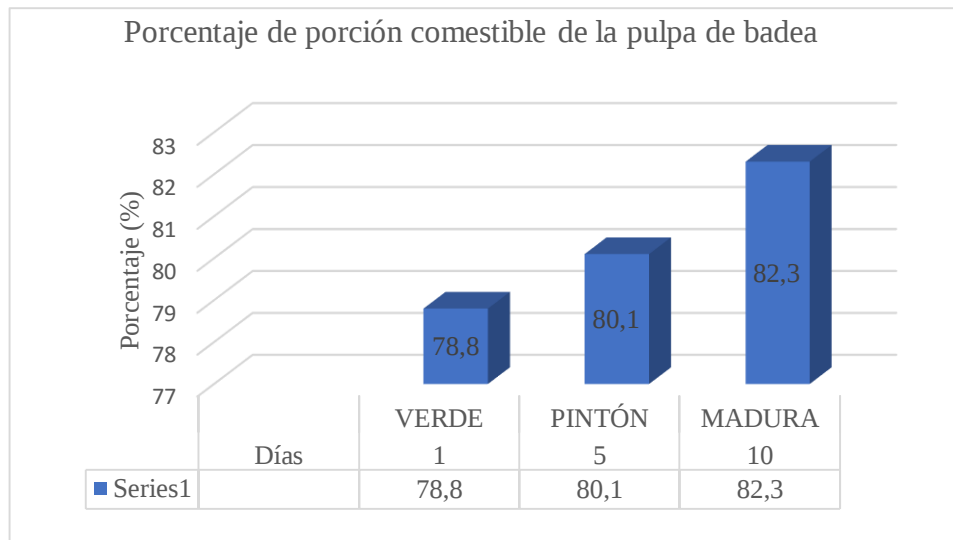


Figura 24: *Porcentaje de la porción comestible de la badea.*

Humedad

Este análisis se realizó por triplicado en cada etapa de madurez de la fruta, los días analizados fueron 1,5 y 10.

En la figura 25 se pueden observar los resultados que la fruta madura presentó mayor humedad 93,33% mientras que la fruta verde presentó un 90,72% de humedad estos resultados obtenidos concuerdan con el rango reportado por Zamora (2015). Estudio en el que la humedad fue desde 93,01% (verde) a 96,46%(madura).

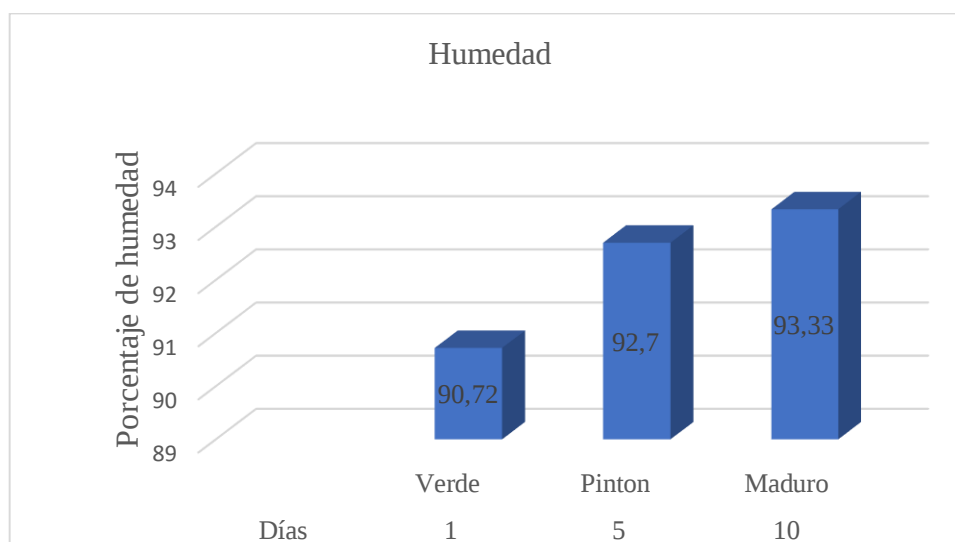


Figura 25: *Porcentaje de humedad.*

Valores medios y desviación estándar del pH, acidez y ° brix

La tabla 4 muestra los valores medios y desviación estándar.

Tabla 4: Valores medios ($\bar{x}$) y desviación estándar (σ) de las variables pH, ° Brix y acidez de la badea

Estado de madurez	Día	pH		° Brix		Acidez	
		$\bar{x}$	σ	$\bar{x}$	σ	$\bar{x}$	σ
Verde	1	5,58 ± 0,06 ^a		4,33 ± 0,39 ^a		0,73 ± 0,05 ^a	
	2	5,54 ± 0,05 ^a		4,54 ± 0,33 ^a		0,67 ± 0,02 ^b	
Pintón	4	5,67 ± 0,03 ^b		4,79 ± 0,33 ^b		0,57 ± 0,02 ^c	
	5	5,71 ± 0,04 ^c		5,70 ± 0,25 ^c		0,55 ± 0,02 ^d	
	8	5,83 ± 0,03 ^d		5,82 ± 0,24 ^c		0,36 ± 0,02 ^e	
Maduro	9	6,03 ± 0,06 ^e		6,28 ± 0,25 ^d		0,32 ± 0,01 ^f	
	10	6,16 ± 0,06 ^f		6,84 ± 0,21 ^e		0,26 ± 0,01 ^g	
	11	6,31 ± 0,04 ^g		7,29 ± 0,21 ^f		0,18 ± 0,02 ^h	

Letras minúsculas: diferencia significativa (letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$))

Fuente: Autora.

De acuerdo con lo observado en la Tabla 4, en las variables de pH y ° Brix de la badea, existió un incremento desde el día 1 hasta el día 11; el pH aumentó de 5,58 a 6,31, mientras que los ° Brix aumentaron de 4,33 a 7,29 en el día 1 a día 11, respectivamente. Contrario a esto, la acidez sufrió una disminución, pasando de 0,73 en el día 1 a 0,18 en el día 11. Los valores de acidez concuerdan con Zamora (2015), que indicó la acidez de la pulpa de la badea varía desde ligeramente ácido (5,58) a valores cercanos a la neutralidad (6,51). Entre los días 1 y 2 el pH no presentó diferencia estadística mientras a partir del día 4 se observó la diferencia significativa (p valor $< 0,05$).

Sólidos Solubles (° Brix)

En la tabla 4, los valores de la variable ° Brix tienen diferencias estadísticas significativas con un nivel de confianza del 95%, en los diferentes días evaluados. Se evidencia que a partir del día 4, los valores ° Brix experimentan un aumento significativo, el valor inicial es concordante con lo reportado por García & Gamez (2012), que indicaron que la pulpa de la fruta presentó 4,78 (° brix). En el mencionado estudio, los frutos fueron cosechados manualmente durante su madurez fisiológica (Verde). Por otro lado, Sánchez, *et al.*, (2014), indicaron que la pulpa de la badea alcanzó un máximo de 6 ° Brix en el estudio de los días 6 y 7.

Acidez

La acidez experimentó diferencias estadísticas significativa con un nivel de confianza del 95.0%, en los diferentes días evaluados. El valor más alto de acidez se presentó en las frutas verdes, conforme los días pasaron la fruta fue madurando y por tanto la acidez disminuyendo, a diferencia del pH y los ° Brix, la acidez de la fruta fue disminuyendo desde el día 1, hasta el día 11, los datos obtenidos de esta investigación concuerdan con Sánchez, *et al.*, (2014). Que indicaron en su estudio que la acidez de la pulpa está dentro del rango de 0,384 a 0,704.

Índice de madurez

Como se muestra en la tabla 5 el índice de madurez de la fruta va de 5,94 (verde), con desviación estándar de (0,70), el día 1, hasta 42,07 (madura) en el día 11, la variación corresponde al aumento de los sólidos solubles y por la disminución de la acidez.

Tabla 5: Contiene los resultados del índice de madurez.

Estado de madurez	Día	$\bar{x}$		σ
Verde	1	5,94	±	0,70 ^a
	2	6,75	±	0,50 ^a
Pintón	4	8,42	±	0,77 ^b
	5	10,43	±	0,65 ^c
Madura	8	16,00	±	0,83 ^d
	9	19,82	±	1,15 ^e
	10	26,43	±	1,02 ^e
	11	42,07	±	5,51 ^g

Fuente: Autora

Se observa en la figura 26 que existe aumento exponencial en el proceso de maduración a partir del día 5, con índice de madurez (IM) de 10,43 (figura 26), esto tiene relación con lo explicado por Pinzón, *et al.*, (2007), que indicaron que en los frutos climatéricos el IM aumenta cuando se alcanza una tasa respiratoria máxima desdoblándose rápidamente ácidos orgánicos lo que provoca un rápido deterioro de la fruta.

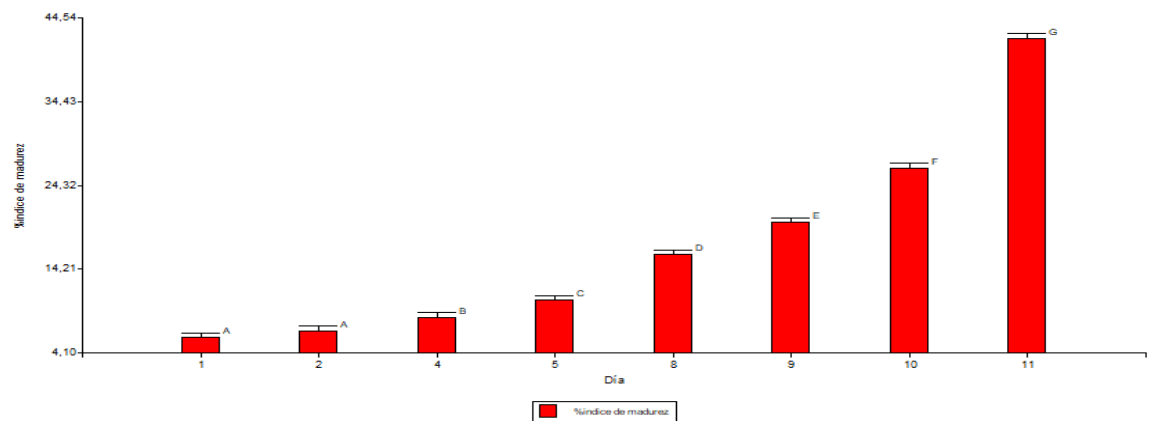


Figura 26: Variación de madurez en la badea durante 11 días

En base a las variables analizadas y la revisión bibliográfica se puede sugerir que la madurez comercial de la badea se alcanza en el día 4 con un índice de madurez medio de $8,42 \pm 0,77$ y día 5 con un IM de $10,43 \pm 0,65$. Los resultados coinciden con lo investigado por Velásquez (2015) ,que indicó el índice de madurez comercial de la badea con un pH de 5,6 y acidez titulable de 0,50 (aprox. IM:10,4) y sólidos solubles 5,2 (tabla 4) (Velazquez, 2015).

Índice de madurez mediante análisis imagen de la fruta

Una vez aplicado el análisis PLS-DA a los datos de imagen se obtuvieron los siguientes resultados.

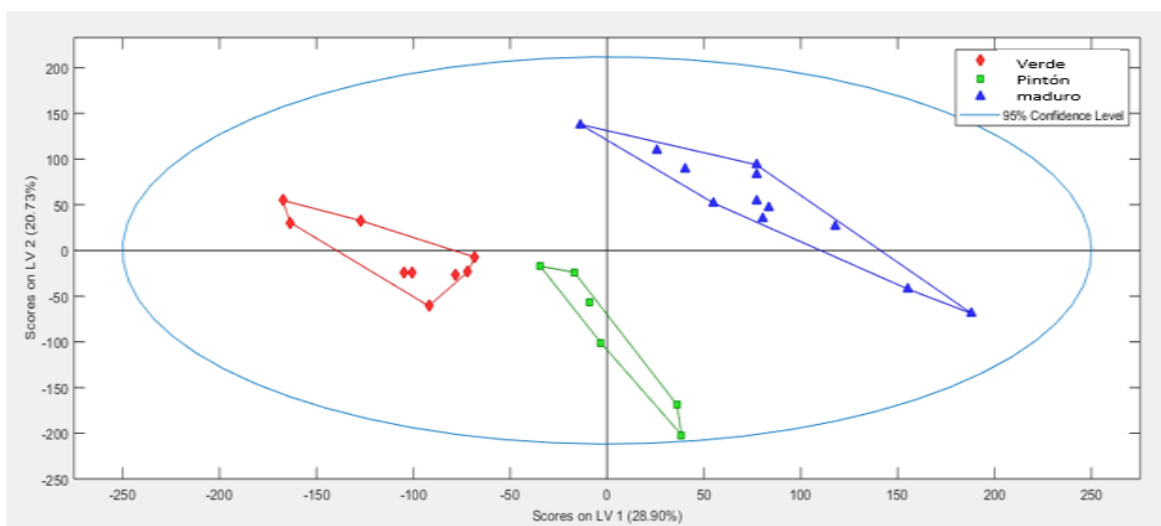


Figura 27: Gráfico de dispersión entre la variable latente 1(LV1) vs. 2 (LV2). Rojo: verde; verde: pintón; azul: fruta madura.

La figura 27 muestra como el algoritmo de clasificación discrimina entre las frutas en estado verde, pintón y maduro a partir de los patrones encontrados en los datos de imagen. La primera variable latente (LV) que explica el 28,9% de la variabilidad permite observar las

agrupaciones de las frutas, por otro lado, la variable latente (LV) 2 con el 20,7% explica la dispersión entre muestras de cada grupo.

La precisión total del modelo fue del 96,6% el 90% para la clase verde y 100% para pintón y maduro respectivamente, los resultados son similares a los obtenidos por Tu, *al et.*, (2018). Este método también fue utilizado por Escobar & Roa (2016). Estudio en el que se realizó una clasificación de granadillas por el grado de madurez basado en el sistema RGB, obteniéndose un total del 93% de exactitud, 96,6% de exactitud para granadillas maduras y 86,6%, “granadillas color verdes- púrpura”.

CAPÍTULO V
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

- Se determinaron las características que toman en cuenta los agricultores para cosechar la fruta estos son: el aroma, el cual para una fruta madura fue descrito como débil (Aroma fresco y vegetal, ligeramente cítrico) y su color verde amarillo. Se determinaron aspectos postcosecha y sobre la comercialización de la fruta se encontró que esta se almacena a temperatura ambiente entre un rango de 2 a 5 días para poder comercializarla por medio de intermediarios.
- Sobre la caracterización fisicoquímica se determinó que el porcentaje más alto de parte comestible de la fruta de la badea (pulpa) se encuentra en la fruta madura al igual que un mayor porcentaje de humedad.
- Se identificó la tendencia del pH, los sólidos solubles y la acidez de la fruta, encontrando que el pH ascendió desde 5,58 a 6,31, los sólidos solubles variaron desde 4,33 a 7,29 mientras que la acidez descendió de 0,73 hasta 0,18%, todos estos valores tomados en cuenta en el día 1 y el final el día 11 de análisis.
- Se determinó que el índice de madurez apto para la comercialización es de $8,42 \pm 0,77$ % estos valores se obtuvieron en el día 4, con pH 5,67 acidez de 0,57 y sólidos solubles totales (° Brix) de 4,79 así será posible disminuir el desperdicio por rápido deterioro de la fruta.
- Se puede concluir que el método utilizado para la identificación del estado de madurez de las frutas mediante imágenes en el espacio del color RGB (Red, Green, Blue), tiene la ventaja de no ser destructivo y muestra un alto nivel de fiabilidad para la clasificación de frutas según su grado de madurez.

5.2 Recomendaciones

- ✓ Para estudios futuros se puede considerar analizar la fruta de la badea desde la etapa de la floración hasta que llegue al consumidor para mejorar la exactitud del tiempo de cosecha.
- ✓ Se pueden incorporar más variable fisicoquímicas que permitan caracterizar completamente los estados de madurez.
- ✓ Utilizar un mayor número de imágenes en el análisis puede mejorar la precisión del modelo de clasificación.
- ✓ Caracterizar la fruta de badea mediante método destructivo y no destructivos en dos formas de almacenamiento ambiente (cosechada en verdes) y cuarto frío (con parámetros postcosecha).
- ✓ Investigar un método de conservación de la pulpa de la badea para prolongar la vida útil de las mismas sin alterar la calidad nutricional de la fruta.
- ✓ A partir de la fruta ya madura para evitar su desperdicio, se podría investigar en el desarrollo de productos como vinagre, mermeladas, etc.

CAPÍTULO VI
BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFIAS

- Acosta, B. (2021, febrero 23). *Morfología de plantas vasculares*. Retrieved from Partes del fruto y sus funciones: <https://www.ecologiaverde.com/partes-del-fruto-y-sus-funciones-2864.html>
- Acurio, L., Zamora, A., Salazar, D., Pérez, L., & Valencia, A. (2015). Propiedades físicas, químicas, térmicas y nutricionales de la badea (*Passiflora quadrangularis*). *Agroindustrial Science*.
- Alemán, G. (2021). *análisis de los sistemas de manejo poscosecha en tomate de árbol (solanum betaceum), aplicadas en las plantaciones agrícolas del cantón Chambo*. Riobamba: universidad Nacional de Chimborazo.
- Alvarez, J. (2016). *Comercialización internacional de productos hortofrutícolas*. Retrieved from Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación. Secretaría General Técnica.: https://www.infoagro.com/frutas/sistemas_comercializacion_frutas_hortalizas.htm
- Calderon, G. (2011). *Proyecto de inversión para la producción y comercialización del néctar de passiflora*. retrieved from UNIVERSIDAD ESTATAL DEL SUR: <http://repositorio.unesum.edu.ec/bitstream/53000/400/1/ECU-COEXT-2011-46.pdf>
- Calvo, G., Colodner, A., & Candan, A. (2012). *Cosecha y poscosecha de frutos de pepita*. Argentina: Comité Editorial de la EEA~ Alto Valle del INTA.
- Cuyo, M. (2017). *producción de badea (Passiflora quadrangularis)*. Retrieved from Universidad Técnica de Cotopaxi : <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/4112/1/UTC-PIM-000087.pdf>
- DECCO. (2020, Enero 22). *Claves en el manejo postcosecha para la prevención de pérdidas en frutas y hortalizas*. Retrieved from <https://www.deccoiberica.es/manejo-postcosecha-para-la-prevencion-de-perdidas-en-frutas-y-hortalizas/>
- Delgado, H. (2002). *Procesamiento de la badea*. San Cristobal: Agro- Industrial Region Los Andes.
- Duarte. (2018). *subproducto* .
- Eli, O. (2022). *Bioestimulación de la Maduración de Frutos en Cultivos Hortofrutícolas*. Retrieved from Universidad Interamericana para el Desarrollo: <https://www.studocu.com/pe/document/universidad-interamericana-para-el-desarrollo/derecho-administrativo/83-bioestimulacion-de-la-maduracion-de-frutos-en-cultivos-hortofruticolas/21148600>

- Escobar, D., & Roa , E. (2016). Sistema de visión artificial para la identificación del estado de madurez de frutas (granadilla). *Redes de Ingeniería*, 78.
- FAO. (2019). food and agriculture organization of the united nations)., state of food and agriculture 2019 (spanish edition. in *state of food and agriculture 2019*. Food & Agriculture org, 2019.
- Flores, J. (2011). “ *Determinación de los índices de madurez para la comercialización de durazno (prunus persicae) variedad conservero amarillo en dos tipos de ambientes para mercados de las zona central del país*”. Retrieved from Repositorio. uta: <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/2342/1/Tesis-28agr.pdf>
- Galván, A., Santos, N., & Hernández , C. (2006, Septiembre-Diciembre). *Índices para la determinación de las condiciones óptimas de maduración de un fruto*. Retrieved from Ensayos Universidad Tecnológica de la Mixteca, Instituto de Agroindustrias: <https://www.utm.mx/~temas/temas-docs/ensayo1t30.pdf>
- García, T., & Gamez, J. (2012). Efecto de la congelación sobre algunas características físicas y químicas en la pulpa de la parcha real (*Passiflora quadrangularis* L.). *Bioagro*, 61-64.
- Gonzalez, M., Jimenez , L., Cruz, E., Santana , R., & Villacis , L. (2017). Análisis poscosecha de frutos de pitahaya amarilla (*Cereus triangularis* Haw.), a distintos niveles de madurez y temperatura. *Scielo*.
- Limones, L., & Contrera , L. (2020). *métodos destructivos y no destructivos para la estimación de atributos internos de índice de madures de la frutas*. Retrieved from Universidad Autónoma de Querétaro: [file:///C:/Users/PC2021/Downloads/212%20\(2\).pdf](file:///C:/Users/PC2021/Downloads/212%20(2).pdf)
- Lopez, A. (2003). *Manual Para la Preparación y Venta de Frutas y Hortalizas*. Balcarce, Argentina: boletín de servicios agrícolas de la FAO 151.
- Lozada, L. (2012). Evaluación de tres dosis de cerafruit como tratamiento de poscosecha en tomate hortícola (*Lycopersicum esculentum* Mill.). *Universidad Tecnica de Ambato*.
- Marín, F., Salazar, C., & Verbel, A. (2015). Comportamiento floral, desarrollo del fruto y propagación sexual de la badea(*Passiflora quadrangularis* L.) . *Repositorio.Unicordoba*.
- Márquez, J., & Cuichán, M. (2020). Documento metodológico de la Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua (ESPAC) . *INEC*, 55.
- Martínez, M., Balois, R., Alía , I., & Cortes, M. (2017). Poscosecha de frutos: maduración y cambios bioquímicos. *Scielo*, 19.

- Mateos, M. (2022, Agosto 9). *Que es una fruta climaterica*. Retrieved from tienda de fruta: <https://tiendadefruta.com/es/blog/que-es-una-fruta-climaterica--b254.html>
- Mulkay, T., Suarez, M., & Paumier, A. (2020). Indicadores de calidad de la guayaba ‘Enana Roja Cubana E.E.A 18-40’ durante la conservación poscosecha. *Scielo*.
- Newman, D. (2006). el razonamiento inductivo y deductivo dentro del proceso investigativo en ciencias experimentales y sociales. *Laurus*, 180-205.
- Nieto, E. (2018). Tipo de investigacion .
- Peña, J. (2013). *Estudio de pre factibilidad para la producción de badea passiflora quadrangularis en el cantón Arenillas*. Machala: Machala : Universidad Técnica de Machala.
- Pinzón, I., Fischer, G., & Corredor, G. (2007). Determinación de los estados de madurez del fruto de la gulupa (3DVVLÀRUDHGXOLVSims.). *Agronomía Colombiana*, 83-95.
- Prieto, C. (2020, Abril 26). *Badea una fruta Tropical* . Retrieved from Medicina Herbolaria: <https://medicinaherbolaria.altervista.org/badea-una-fruta-tropical/>
- Proain. (2021, Julio 14). *Proaian Tecnologia Agricola*. Retrieved Febrero 15, 2023, from <https://proain.com/tecnicas/claves-en-el-manejo-postcosecha-de-las-frutas-y-hortalizas#:~:text=Un%20manejo%20postcosecha%20es%20aplicar,y%20verduras%20C%20y%20evitar%20da%C3%B1os>.
- RAE. (2022). Real Academia Española.
- Ramírez, I., Ruilova, B., & Garzón, J. (2015). *Innovación Tecnológica en el sector Agropecuario*. Machala: UTMACH.
- Ramos, V. (2009). características físicas de las frutas y hortalizas. *programa de ingeniería agroindustrial*.
- Reina, C. (1996). Manejo pos cosecha y evaluación de la calidad para la Badea (*Passiflora quadrangularis*), que se comercializa en la ciudad de Neiva. *Programa de ingeniería agrícola*.
- Romero, E., Hervalejo, A., Calero, R., & Arenas, F. (2020). Determinación de la Calidad de los Frutos Cítricos en Laboratorio. *Consejería de Agricultura, Ganadería, Pesca y Desarrollo Sostenible*.
- SADR. (2019, Noviembre 14). *Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural*. Retrieved from <https://www.gob.mx/agricultura/es/articulos/que-es-la-poscosecha-y-por-que-es-importante>
- Sáenz, L. (2004). Glosario de términos palinológicos. *Lazaroa*, 93-112.

- Salazar, C., & Verbel, A. (2015). *determinación de las propiedades bromatológicas, físicoquímicas y termofísicas de la badea (Passiflora quadrangularis)*. Retrieved from Universidad de Córdoba: https://repositorio.unicordoba.edu.co/bitstream/handle/ucordoba/1046/DETERM_1.PDF
- Sanchez, J., Licelander, R., & Torres, E. (2014). Efectos fisiológicos de badea (*Passiflora quadrangularis*) y yuca (*Manihot esculenta*) utilizando recubrimientos a base de cera y parafina bajo conservación en frío. *Rev. Colomb. Investig. Agroindustriales*, 33-43.
- Sinche, F. X. (1999, Diciembre). *Comportamiento floral, desarrollo del fruto y propagación sexual de la badea (Passiflora quadrangularis L.)*. Retrieved from el zamorano Departamento de Horticultura : <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/b2a7c03b-224b-4d2c-867d-4f8484294bd8/content>
- Tropical, A. (2021). *Passiflora quadrangularis Passifloraceae*. Retrieved from file:///C:/Users/PC2021/Downloads/Badea.pdf
- Trueta, C., & Cercós, M. (2012). Regulación de la liberación de serotonina en distintos compartimientos neuronales. *Salud mental*.
- Tu, S., Qi, Y., Zheng, C., Xue, Y., Wan, H., & Mao, L. (2018, Noviembre). *Detection of passion fruits and maturity classification using Red-Green-Blue Depth images*. Retrieved from Biosystems Engineering, 175, 156-167: doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2018.09.004
- Velazquez, A. (2015). *Estudio de manejo de poscosecha de la badea*. Retrieved from Universidad Técnica del Norte: <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/5701/1/03%20EIA%20402%20TRABAJO%20GRADO.pdf>
- Ventura, L. M. (2020). Manual de prácticas de Análisis de Alimentos. *UNIVERSIDAD VERACRUZANA Facultad de Química Farmacéutica Biológica*.
- Villamizar, F. (1996). *El manejo postcosecha y su incidencia en la calidad de la mora*. San José, Costa Rica: Universidad de Costa Rica.
- Zamora, A. (2015). *Determinación de las propiedades físicas químicas de la badea (passiflora quadrangularis)*. Retrieved from repositorio.uta.: http://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/9353/1/AL_551.pdf

Zoffoli, J. P. (2002, Abril 30). *Manejo de cosecha de frutas de clima templado*. Retrieved from Horticultura: <https://www.interempresas.net/Horticola/Articulos/67911-Manejo-de-cosecha-de-frutas-de-clima-templado.html>

CAPÍTULO VI

ANEXOS



CARRERA INGENIERÍA EN ALIMENTOS

ENCUESTA PARA SABER INFORMACIÓN SOBRE LA COSECHA DE LA BADEA

OBJETIVO

ENTREVISTAR A AGRICULTORES SOBRE EL PROCESO ACTUAL DE LA COSECHA DE LA BADEA

1. Información general

Nombre.....

sexo:

Edad:

2. Nivel de estudio

Primaria ()

Secundaria ()

Nivel superior ()

3. Información Geográfica y Muestral

Provincia

Cantón

Parroquia

Recinto

4. ¿Cuántas hectáreas de badea cultiva usted?

a) < 1 ()

b) 1 ()

c) 2 ()

5. Tiempo de dedicación que le da al cultivo de badea

a) Diario

b) 3 A 5 días por semana

c) Semanalmente



6. ¿Cuándo es la mejor época para la cosecha de la badea?

- a) Verano ()
- b) Invierno ()



7. Lleva usted un registro semanal para saber cuántos días se lleva desde la floración de la badea hasta que esta apta para la cosecha.

- a) si
- b) No, nunca
- c) Si, sólo ocasional y parcialmente

8. Si lleva usted el registro cuantos días aproximadamente contabiliza desde la floración hasta la cosecha.

()

9. Si su respuesta es no cuantos días cree usted que la badea esta apta para cosechar después de la floración.

()

10. ¿Cómo identifica usted que la fruta ya está apta para cosechar?

a) Tamaño

- ☐ 30 cm de largo por 16 cm de diámetro
- ☐ 25 cm de largo por 12 cm de diámetro
- ☐ 20 cm de largo por 10 cm de diámetro
- ☐ 15 cm de largo por 8 cm de diámetro

b) Color

- ☐ Verde claro
- ☐ Verde amarillo
- ☐ Amarillo pálido
- ☐ Amarillo

c) Aroma

- ☐ Aroma muy débil - Apenas se percibe un aroma suave y dulce
- ☐ Aroma débil - Aroma suave y dulce con notas frutales ligeras.
- ☐ Aroma moderado - Aroma fuerte y dulce con notas frutales pronunciadas.
- ☐ Aroma fuerte - Aroma intenso y dulce con notas frutales pronunciadas y un ligero toque de acidez.

11. Que herramienta usted utiliza al momento de cosechar la badea

- a) Cuchillo
- b) Tijeras

12. Que recipiente utiliza al momento de cosechar la badea

- a) Baldes
- b) Cajas
- c) Gaveta

13. Efectúa usted algún tipo de almacenamiento después de la cosecha

- a) Si
- b) No

14. ¿En qué condiciones almacena la fruta de la badea?

- a) Cuarto frio
- b) Al ambiente
- c) Galpones
- d) Bodegas

15. Que tiempo después de ser cosechada la badea se realiza la comercialización días

- a) 1-3 día
- b) 3-5 día
- c) 6-9 día
- d) 10-12 día

16. A quien vende su producción

- a) Intermediario
- b) Mercado
- c) Consumidores finales

17. Ha pensado en suspender el cultivo de la badea para reemplazarla con otros cultivos



Si su respuesta es sí diga porque

- a) si
- b) no
- c) Por que

.....
.....
.....

18. ¿Conoce alguna aplicación móvil por medio de la cual se pueda conocer el tiempo óptimo de la cosecha de la fruta?

si la respuesta es sí cual es.

- a) Sí___
- b) No _
- c) Cual

19. Teniendo en cuenta los avances tecnológicos, y la implementación de una aplicación móvil para conocer el índice de madurez adecuado para la cosecha de la fruta de la badea.

¿Cree usted que la solución al problema de (POSCOSECHA Y COMERCIALIZACIÓN) de la FRUTA es un aplicativo móvil que sea utilizado para determinar el índice de maduración correcta?

- a) Si
- b) No



Anexos 2: Fotografías del proceso de encuesta



Figura 28:Recolección de información a los agricultores.

Anexos 2:Recolección de las frutas



Figura 29: Recolección de la muestra.

Anexos 3: Preparación de la muestra



Figura 30: Pelado de la fruta.



Figura 31: *Centrifugar la muestra.*



Figura 32: *Medición de 50 ml de muestra para proceder a analizar.*

Anexos 4: *Análisis fisicoquímico*



Figura 33: *Muestra para analizar.*



Figura 34: *Medición de Ph.*



Figura 35: *Titulación de acidez.*

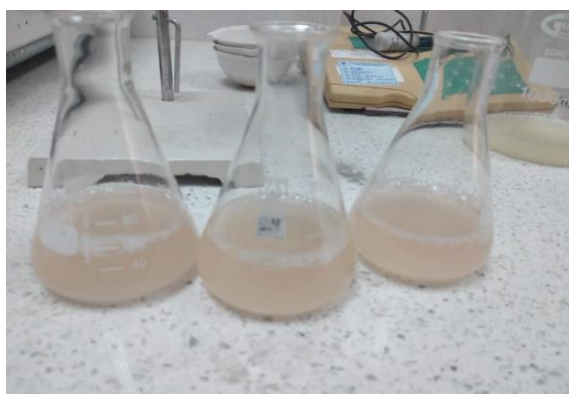


Figura 36: *Muestra tituladas.*



Figura 37: *Medición del pH (8,20) para saber que muestra está bien titulada.*

Anexos 5: *Análisis de Humedad*



Figura 38: *Pesos de la muestra más crisol.*



Figura 39: Colocando en la estufa las muestras pesadas.

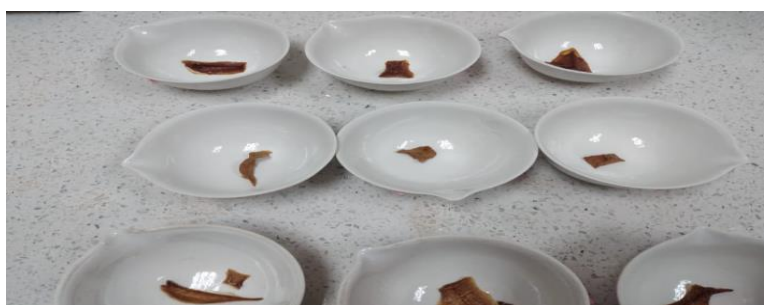


Figura 40: Muestra después del secado.

Anexos 6: Porcentaje de parte comestible de la fruta



Figura 41: Pesado de la pulpa de la fruta.



Figura 42: Pesado de la cáscara.