

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN
INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**



TESIS

Para optar el Título Profesional de:

INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

**“EVALUACIÓN FÍSICOQUÍMICA DE LA PAPAYA DE MONTE
(*Carica pubescens*) EN DOS ESTADOS DE MADUREZ”**

PRESENTADO POR

BACHILLER: Loreyn Yakelín Asencio Cerquín

ASESORA: Ing. M.Cs. Fanny Lucila Rimarachín Chávez

CAJAMARCA – PERÚ

-2022-



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

"NORTE DE LA UNIVERSIDAD PERUANA"

Fundada por Ley N° 14015, del 13 de febrero de 1962

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

Secretaría Académica



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

En la ciudad de Cajamarca, a los veinte días del mes de abril del año dos mil veintidós, se reunieron en el ambiente **2C - 211** de la Facultad de Ciencias Agrarias, los miembros del Jurado, designados según **Resolución de Consejo de Facultad N° 89-2021-FCA-UNC, de fecha 20 de abril del 2021**, con la finalidad de evaluar la sustentación de la **TESIS** titulada: **"EVALUACIÓN FÍSICOQUÍMICA DE LA PAPAYA DE MONTE (*Carica pubescens*) EN DOS ESTADOS DE MADUREZ"**, realizada por la Bachiller **LOREYN YAKELÍN ASENCIO CERQUÍN** para optar el Título Profesional de **INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**.

A las once horas y treinta y cinco minutos, de acuerdo a lo establecido en el **Reglamento Interno para la Obtención de Título Profesional de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Cajamarca**, el Presidente del Jurado dio por iniciado el Acto de Sustentación, luego de concluida la exposición, los miembros del Jurado procedieron a la formulación de preguntas y posterior deliberación. Acto seguido, el Presidente del Jurado anunció la aprobación por unanimidad, con el calificativo de dieciséis (16); por tanto, la Bachiller queda expedita para proceder con los trámites que conlleven a la obtención del Título Profesional de **INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**.

A las doce horas y cuarenta y cinco minutos del mismo día, el Presidente del Jurado dio por concluido el Acto de Sustentación.

Ing. M. Sc. José Gerardo Salhuana Granados
PRESIDENTE

Ing. Mtr. Max Edwin Sangay Terrones
SECRETARIO

Ing. M. Sc. Fanny Lucila Rimarachín Chávez
VOCAL

DEDICATORIA

Dedico el presente trabajo, principalmente a mi familia, por ser el motivo más importante para salir adelante y lograr una carrera profesional con éxito, además de demostrarme desde siempre, el apoyo incondicional y ánimo constante para llevar a cabo mis metas trazadas.

Así mismo, quiero dar a mención especialmente, a mi pequeña hija, Itzel, por brindarme felicidad y mucho amor cada día, y por quien cada día me esforzaré por ser mejor y lograr que sea feliz.

AGRADECIMIENTO

El presente trabajo de investigación si bien es cierto es el resultado de meses de mucho trabajo, esfuerzo y motivación constante para llevarse a cabo, sin embargo, también ha sido posible gracias a la generosidad, ánimo y cariño de muchas personas, cabe mencionar en primera instancia a Dios, por brindarme la fortaleza de seguir adelante ante cada momento adverso y sobre todo permanecerme con salud; así mismo con mucho afecto agradezco a:

Mi principal razón de ser mejor cada día, mi familia, por su apoyo y ánimo constante en cada meta trazada y lograr el objetivo.

Agradezco a mi asesora, la ingeniera Fanny Rimarachín Chávez, por su plena disposición de apoyo e instrucción en este trabajo de investigación, así mismo por los conocimientos impartidos durante mi etapa universitaria.

A mis mejores amigos tanto de mi etapa escolar como aquellos que conocí en mi etapa universitaria, agradecerles por el apoyo de ánimo y experiencias compartidas también en el ámbito laboral, ánimos que desde siempre me brindan para seguir adelante al alcance de mis objetivos.

Finalmente, agradezco a mi querida escuela académica profesional de Ingeniería en Industrias Alimentarias, por brindarme la facilidad de acceso a los laboratorios y poder llevar a cabo la etapa experimental de mi investigación, así también agradezco a mi querida Universidad Nacional de Cajamarca, centro educativo donde me brindaron la formación y aprendizaje necesario para culminar con éxito mi etapa universitaria y cumplir mi objetivo de tener una excelente carrera profesional, al lado de excelentes docentes.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
DEDICATORIA	III
AGRADECIMIENTO	IV
RESUMEN	XII
ABSTRACT	XIII
CAPÍTULO I	14
INTRODUCCIÓN	14
1.1. Problema de Investigación	15
1.1.1. Planteamiento del problema	15
1.2. Objetivos de la investigación	15
1.2.1. Objetivo general.....	15
1.2.2. Objetivos específicos.....	15
1.3. Hipótesis de la Investigación	16
1.4. Variables de la Hipótesis	16
1.4.1. Variable Independiente	16
1.4.2. Variable Dependiente.....	16
1.5. Operacionalización de variables.....	16
CAPÍTULO II	18
REVISIÓN DE LITERATURA	18
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.....	18
2.2. BASES TEÓRICAS.....	20
2.2.1. PAPAYA DE MONTE	20
2.2.1.1. Nombres botánicos	20
2.2.1.2. Familia y nombres comunes.....	20
2.2.1.3. Origen.....	20
2.2.1.4. Descripción botánica	20
2.2.1.5. Hábitat	21

2.2.1.6. Composición proximal.....	22
2.2.1.7. Atributos de la papaya de monte	22
2.2.1.8. Maduración de la papaya de monte.....	22
2.2.1.9. Usos y aplicaciones	23
2.2.2. MADUREZ DE FRUTAS.....	24
2.2.2.1. Proceso de Maduración.....	24
2.2.2.2. Etapas de maduración	25
2.2.2.3. Índices de maduración	27
2.2.2.4. Relación entre índice de madurez y caracterización de frutos.....	27
2.2.3. ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS.....	28
2.2.3.1. Características de la muestra para el análisis fisicoquímico	28
2.2.3.2. Preparación de la muestra.....	29
2.2.3.3. Métodos de análisis fisicoquímico en alimentos	29
2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS	32
CAPÍTULO III	35
MARCO METODOLÓGICO	35
3.1. Ubicación geográfica del trabajo de investigación	35
3.2. Materiales	35
3.2.1. Material biológico.....	35
3.2.2. Reactivos.....	35
3.2.3. Materiales y equipos de laboratorio para el procesamiento	35
3.3. Metodología	36
3.3.1. Metodología experimental.....	36
3.3.2. Diagrama de flujo	38
3.3.2.1. Descripción de diagrama de flujo.....	39
3.3.3. Métodos de Evaluación Fisicoquímica	39
3.3.3.1. Determinación de Características Físicas	39

3.3.3.2. Determinación de Características Químicas	42
CAPÍTULO IV.....	44
RESULTADOS Y DISCUSIONES.....	44
4.1. Evaluación de las características fisicoquímicas de las muestras de “papaya de monte” (<i>Carica pubescens</i>) en dos estados de madurez (fisiológica y de consumo).....	44
4.2. Determinación de las características físicas de las muestras de “papaya de monte” (<i>Carica pubescens</i>) en dos estados de madurez (fisiológica y de consumo).....	45
4.2.1. Análisis del peso de papaya de monte en estado de madurez fisiológica y madurez de consumo.....	45
4.2.2. Análisis del diámetro longitudinal y ecuatorial de papaya de monte en estado de madurez fisiológica y madurez de consumo.....	47
4.2.3. Análisis de la dureza de la papaya de monte en estado de madurez fisiológica y madurez de consumo.....	51
4.2.4. Análisis del color de la papaya de monte en estado de madurez fisiológica y madurez de consumo.....	53
4.3. Determinación de las características químicas de las muestras de “papaya de monte” (<i>Carica pubescens</i>) en dos estados de madurez (fisiológica y organoléptica).....	56
4.3.1. Análisis de varianza para la determinación de grados Brix.....	56
4.3.2. Análisis de varianza para la determinación de pH.....	58
4.3.3. Análisis de la acidez titulable de la papaya de monte en estado de madurez fisiológica y madurez de consumo	60
CAPÍTULO V	63
CONCLUSIONES.....	63
CAPÍTULO VI.....	64
RECOMENDACIONES.....	64
CAPÍTULO VII.....	65

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	65
ANEXOS	70
1. Resumen de datos de la determinación de características físicas de las muestras de “papaya de monte” en dos estados de madurez.	70
2. Resumen de datos de la determinación de características químicas de las muestras de “papaya de monte” en dos estados de madurez.	78
3. Fotografías	83

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Operacionalización de variables.....	17
Tabla 2. Composición proximal de papaya de monte.	22
Tabla 3. Características por grados de maduración de la papaya de monte.	23
Tabla 4. Principales compuestos durante la maduración de los frutos.	25
Tabla 5. Índice de Madurez y Caracterización de frutos.....	27
Tabla 6. Cálculo de peso miliequivalente de ácidos orgánicos.....	32
Tabla 7. Parámetros de control para el proceso de evaluación fisicoquímica de la Papaya de Monte (Carica Pubescens) en dos estados de madurez.....	37
Tabla 8. Valores promedio de la evaluación física de las muestras en dos estados de madurez.....	45
Tabla 9. Prueba de T-Student para el peso obtenido de las muestras de papaya después de 13 días de evaluación.	46
Tabla 10. Prueba de T-Student para el diámetro longitudinal obtenido de las muestras de papaya después de 13 días de evaluación.	49
Tabla 11. Prueba de T-Student para el diámetro ecuatorial obtenido de las muestras de papaya después de 13 días de evaluación.	50
Tabla 12. Prueba de T-Student para la intensidad de dureza obtenido de las muestras de papaya después de 13 días de evaluación.	52
Tabla 13. Prueba de T-Student para el color obtenido de las muestras de papaya después de 13 días de evaluación.	55
Tabla 14. Valores promedio de la evaluación química de las muestras en dos estados de madurez.....	56
Tabla 15. Prueba de T-Student para los grados Brix obtenido de las muestras de papaya después de 13 días de evaluación.....	57
Tabla 16. Prueba de T-Student para el pH obtenido de las muestras de papaya después de 13 días de evaluación.....	58
Tabla 17. Prueba de T-Student para la acidez titulable obtenido de las muestras de papaya después de 13 días de evaluación.....	60

INDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Papaya de monte (<i>Carica pubescens</i>)	21
Figura 2. Sistema de color CIE Lab	30
Figura 3. Diagrama de flujo de procesamiento.	38
Figura 4. Selección y acondicionamiento de muestras.....	44
Figura 5. Medias de pesos de las muestras en diferentes estados de madurez.	47
Figura 6. Tendencia del peso promedio	47
Figura 7. Medias de diámetros longitudinales de las muestras en diferentes estados de madurez.....	49
Figura 8. Tendencia del diámetro longitudinal promedio	50
Figura 9. Medias de diámetros ecuatoriales de las muestras en diferentes estados de madurez.....	50
Figura 10. Tendencia del diámetro ecuatorial promedio	51
Figura 11. Medias de la dureza de las muestras en diferentes estados de madurez.	53
Figura 12. Tendencia de la dureza promedio	53
Figura 13. Medias del color de las muestras en diferentes estados de madurez.	55
Figura 14. Tendencia del índice de color promedio	55
Figura 15. Medias de grados Brix de las muestras en diferentes estados de madurez. .	58
Figura 16. Tendencia de grados brix promedio.....	58
Figura 17. Medias del pH de las muestras en diferentes estados de madurez.....	60
Figura 18. Tendencia de pH promedio	60
Figura 19. Medias de acidez titulable de las muestras en diferentes estados de madurez.	62
Figura 20. Tendencia de acidez titulable promedio.....	62
Figura 21. Visita campo – Distrito de Baños del Inca.....	83
Figura 22. Recolección de materia prima.....	83

Figura 23. Selección y acondicionamiento de materia prima.....	83
Figura 24. Pesado de materia prima	83
Figura 25. Determinación de diámetros.	84
Figura 26. Determinación de color	84
Figura 27. Lectura del colorímetro.....	84
Figura 28. Acondicionamiento de materia prima para determinar la dureza.	84
Figura 29. Determinación de dureza mediante uso del texturómetro.....	84
Figura 30. Lectura de resultados mediante el software del texturómetro.....	84
Figura 31. Acondicionamiento en mitades de la materia prima.....	85
Figura 32. Proceso para obtener muestras líquidas	85
Figura 33. Obtención de muestras para posteriores evaluaciones	85
Figura 34. Determinación de pH	85
Figura 35. Determinación y lectura de Grados Brix.....	85
Figura 36. Determinación de acidez mediante método de titulación	85
Figura 37. Muestra titulada.....	86
Figura 38. Muestras del día 1	86
Figura 39. Muestras del día 3	86
Figura 40. Muestras del día 5	86
Figura 41. Muestras del día 7	86
Figura 42. Muestras del día 9	86
Figura 43. Muestras del día 11	87
Figura 44. Muestras patrón día 13.....	87
Figura 45. Muestras del día 13 (Muestras patrón).....	87

RESUMEN

La presente investigación está enfocada a determinar las características fisicoquímicas de la papaya de monte (*Carica pubescens*), evaluadas en dos estados de madurez (fisiológica y de consumo). Se utilizó muestras obtenidas del distrito “Baños del Inca” y la investigación se desarrolló en el laboratorio de la E.A.P. de Ingeniería en Industrias Alimentarias – UNC. Las muestras obtenidas se almacenaron por un período de trece días a temperatura ambiente (18-20°C), evaluadas cada 24 horas. Los resultados se analizaron según la prueba de T-Student al 5 % por cada variable de respuesta, mostrando que, existen diferencias significativas entre las características físicas de la papaya de monte entre ambos estados de madurez, y en las características químicas, excepto la acidez. Así mismo, se determinó que, las características físicas en las muestras con madurez fisiológica la variación promedio en peso es 18.84%, en diámetro longitudinal es 5.95%, en diámetro ecuatorial es 5.68%, en dureza es 45.47% y en color es 2 unidades; en las muestras con madurez de consumo la variación en peso es 13.18%, en diámetro longitudinal es 5.53%, en diámetro ecuatorial es 8.26%, en dureza es 77.36% y en color 2.47 de índice de color. Las características químicas de las muestras con madurez fisiológica, la variación promedio en grados Brix de 4.0°Bx inicial a 4.2°Bx final, en pH de 3.80 inicial a 4.00 final y en acidez de 1.055 inicial a 0.602 final; en las muestras con madurez de consumo la variación promedio en grados Brix de 5.1°Bx inicial a 5.5°Bx final, en pH de 5.32 inicial a 4.45 final y en acidez de 0.838 inicial a 0.532 final.

ABSTRACT

This research is focused on determining the physicochemical characteristics of mountain papaya (*Carica pubescens*), evaluated at two stages of maturity (physiological and consumption). Samples obtained from the "Baños del Inca" district were used and the research was carried out in the laboratory of the E.A.P. Engineering in Food Industries - UNC. The samples obtained were stored for a period of thirteen days at room temperature (18-20°C), evaluated every 24 hours. The results were analyzed according to the T-Student test at 5% for each response variable, showing that there are significant differences between the physical characteristics of papaya de monte between both stages of maturity, and in the chemical characteristics, except acidity. Likewise, it was determined that, the physical characteristics in the samples with physiological maturity, the average variation in weight is 18.84%, in long diameter. is 5.95%, in equator diameter. it is 5.68%, in hardness it is 45.47% and in color it is 2 units; in the samples with consumption maturity, the variation in weight is 13.18%, in longitudinal diameter it is 5.53%, in equatorial diameter it is 8.26%, in hardness it is 77.36% and in color 2.47 of color index. The chemical characteristics of the samples with physiological maturity, the average variation in degrees Brix from 4.0°Bx initial to 4.2°Bx final, in pH from 3.80 initial to 4.00 final and in acidity from 1.055 initial to 0.602 final; in the samples with consumption maturity, the average variation in Brix degrees from 5.1°Bx initial to 5.5°Bx final, in pH from 5.32 initial to 4.45 final and in acidity from 0.838 initial to 0.532 final.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

En el Perú, debido a la biodiversidad vegetal, existe una serie de plantas que aún no han sido estudiados debido a su poca difusión e importancia comercial mínima, uno de estas especies es la “papaya de monte” (*Carica pubescens*). Esta fruta nativa es una fuente importante de vitaminas, azúcares, materias gelificantes (pectinas), materias antioxidantes, ácidos orgánicos, componentes de aromas y sabores agradables (flavonoides). En un estudio evaluando distintas plantas peruanas se encontró que presenta una mayor proporción de compuestos fenólicos y mayor capacidad antioxidante que el tomate de árbol, aguaymanto y la tuna roja. (Repo, Zelada, & René, 2012)

La papaya de monte es fruta de consumo popular, que posee importantes bondades nutricionales. Es estacional y se cultiva mayormente en el sur del Perú, siendo el departamento de Arequipa el principal productor, convirtiéndose en un fruto tradicional de esa región. Esta fruta es susceptible al deterioro lo que tiende a acortar el tiempo de vida útil, y es por ellos que se le debe brindar alternativas de transformación de tal modo que se obtengan productos estables con el tiempo y que puedan estar a disposición durante todas las épocas del año. (Valencia, Pérez, & Vargas, 2002)

En este sentido la caracterización fisicoquímica determinada en diferentes estados de madurez, representa una importante alternativa de investigación para dar soluciones en el momento de determinar el estado óptimo de cosecha y, además estimular el desarrollo de futuros estudios relacionados con la recolección y el manejo poscosecha, como aplicar los mejores métodos de conservación y también la transformación con el objetivo principal de preservar las bondades del alimento, para lograr que la calidad inicial no se vea del todo afectado.

El estudio y la metodología aplicada en este proyecto se realizó con el objetivo de determinar la caracterización fisicoquímica del fruto "papaya de monte" a través de análisis físicos y químicos aplicados en muestras del fruto.

1.1. Problema de Investigación

En nuestro país existen alimentos que presentan características con valor tecnológico ya que pueden elaborarse a base de ellos productos derivados con valor agregado, dando una vida útil más amplia al alimento para su consumo, y también para su propia comercialización local, regional o nacional; sin embargo, no se les brinda la importancia debida por no contar con la información correspondiente. Dentro de estos alimentos se encuentra “la papaya de monte” (*Carica pubescens*) que es conocida en el Perú por distintos nombres comunes tales como papayita andina, papayita de monte y papaya de montaña, una fruta que podemos encontrar en las distintas partes del Perú como en Amazonas, Cajamarca, Huánuco, Ancash, Junín, Arequipa y Puno. (Balcázar, 2014) Si bien es cierto, este tipo de frutos una vez alcanzado su madurez fisiológica en adelante, la vida útil no es muy larga; es por ello que el desarrollo de métodos de conservación, es fundamental para su aprovechamiento adecuado en la agroindustria. Es a partir de lo mencionado, que es fundamental evaluar la caracterización fisicoquímica de la papaya de monte y éstas sean determinadas en diferentes estados de madurez, para así establecer parámetros de medidas de control en la determinación del momento óptimo de cosecha y el manejo poscosecha de aplicar diferentes métodos para su valorización comercial y biológica de papaya de monte, fomentando así su aprovechamiento por la industria para elaborar productos novedosos y competitivos en el mercado que beneficiarán económicamente al poblador andino involucrado en su cultivo.

1.1.1. Planteamiento del problema

¿Cuáles son las características fisicoquímicas de la papaya de monte (*Carica pubescens*) en los estados de madurez fisiológico y de consumo?

1.2. Objetivos de la investigación

1.2.1. Objetivo general

Evaluar las características fisicoquímicas de la papaya de monte (*Carica pubescens*) en dos estados de madurez: madurez fisiológica y de consumo

1.2.2. Objetivos específicos

- Determinar las características físicas de la papaya de monte (*Carica pubescens*) en dos estados de madurez (fisiológica y de consumo).

- Determinar las características químicas de la papaya de monte (*Carica pubescens*) en dos estados de madurez (fisiológica y de consumo).

1.3. Hipótesis de la Investigación

Las características fisicoquímicas de la papaya de monte (*Carica pubescens*) en estado de madurez fisiológica se diferencian significativamente de las características fisicoquímicas de la papaya de monte en estado de madurez de consumo.

1.4. Variables de la Hipótesis

1.4.1. Variable Independiente

- Estado de madurez.

1.4.2. Variable Dependiente

- Características físicas.
- Características químicas.

1.5. Operacionalización de variables

La operacionalización de variables, para los factores en estudio, se muestran en la tabla 1.

Tabla 1. Operacionalización de variables.

Variable	Concepto	Dimensiones	Indicadores	Unidad de Medida
Estado de madurez	Estado de madurez determinado por el color de la epidermis	Madurez fisiológica Madurez de consumo	Color de epidermis	
Características físicas	Combinación de atributos físicos que definen el fruto	Peso	Pérdida de peso	g.
		Diámetro	Diámetro longitudinal y ecuatorial	cm.
		Textura	Firmeza	g.Fuerza
		Color	Índice de color	
Características químicas	Determinadas sustancias químicas que componen el fruto	Concentración de iones de hidrogeno	pH	
		Concentración de azúcar	Grados Brix	°Bx
		Concentración de ácido cítrico	Acidez titulable	mg. de A Cítrico/ 100 g. producto.

CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.

Mediante un artículo publicado en la Revista científica de Venezuela, El Observador del Conocimiento, titulado: “Caracterización Físicoquímica, Actividad Antioxidante y Contenido de Polifenoles Totales en Pulpa de Lechosa (*Carica papaya*)”; se realizó las siguientes evaluaciones en frutos de lechosa variedad Carmen en completo estado de madurez fisiológica, caracterización físicoquímica y se midió la actividad antioxidante. La metodología que se aplicó se realizó mediante el tratamiento de la muestra, donde los frutos fueron lavados y separados en sus partes constituyentes epicarpio, pericarpio y semilla, la pulpa (pericarpio) fue agrupada en tres lotes y almacenada a -5°C . Los resultados obtenidos para el análisis físicoquímico de la pulpa del fruto fueron: $\text{pH} = 4,64 \pm 0,04$; vitamina C expresado como ácido ascórbico ($\text{mg}/100\text{g}$) = $87,46 \pm 3,97$; acidez titulable ($\text{mg. de ácido cítrico}/100\text{g}$) = $0,04 \pm 0,00$; grados Brix = $11,72 \pm 0,08$ y humedad (%) = $80,04 \pm 0,68$. (Hernández, Fernández, & Sulbarán, 2014) . La caracterización físicoquímica del fruto evaluado y los resultados obtenidos son de gran aporte informativo para llevar a cabo la fase experimental e ir comparando resultados con la evaluación físicoquímica de la papaya del monte.

En la siguiente investigación titulada: “Efecto del grado de madurez y las condiciones de almacenamiento sobre las características físicoquímicas de la papaya híbrido Pococí”; el objetivo fue evaluar los cambios en las características físicoquímicas que ocurren en frutos de papaya Híbrido Pococí cosechados con 4 grados de maduración (desde su cosecha hasta un grado de madurez de consumo) y mantenidos en dos condiciones de temperatura de almacenamiento, durante 14 días, seguidos de 9 días a 22°C y 85% humedad relativa. Los valores de la tasa respiratoria al inicio del almacenamiento a temperatura ambiente fueron bajos, y existieron interesantes cambios en cuanto a color y firmeza de la cáscara, desde el primer día de almacenamiento hasta la salida del almacenamiento en frío. En cuanto a grados brix al momento de cosecha estuvieron comprendidos entre 7,9 y 11,3, con poca variación durante el almacenamiento, situación parecida a lo que se presentó con la acidez titulable. (Umaña, Loría, & Gómez, 2013)

Esta investigación es de mucha importancia al momento de comparar posibles reacciones similares al periodo de almacenamiento empleado también en la presente investigación.

En una investigación publicada en la revista Acta Agronómica de Colombia, titulada: “Cambios en las propiedades fisicoquímicas de frutos de lulo (*Solanum quitoense* Lam.) cosechados en tres grados de madurez”; se evaluaron los cambios en las propiedades fisicoquímicas de frutos de lulo (*Solanum quitoense* Lam.) en tres grados de madurez, donde se utilizaron 300 frutos por grado de madurez y se determinaron las características físicas (peso, volumen, densidad, diámetro equivalente, índice de esfericidad, rendimiento de pulpa y cáscara) y químicas (pH, acidez, sólidos solubles, índice de madurez (IM) y contenido de vitamina C. Los resultados mostraron que la madurez no afecta significativamente las variables físicas, pero sí las propiedades químicas de los frutos. (González, Ordóñez, Vanegas, & Vásquez, 2014)

En un artículo de la Revista de la Sociedad Química del Perú titulado “Determinación de la capacidad antioxidante y compuestos bioactivos de frutas nativas peruanas”; destaca un punto importante acerca de cómo el estado de madurez influye en forma directamente proporcional al contenido de compuestos bioactivos y capacidad antioxidante en el aguaymanto comparando los resultados con otras fruta, tales como: la tuna, el tomate de árbol y la papaya de monte; para el método experimental se trabajó con frutas sanas y firmes que fueron lavadas con agua destilada, en el caso de la papaya de monte, se cortó en mitades para eliminar el mucílago interno y se procedió a licuar durante 1 minuto y todas las frutas fueron inmediatamente usadas para la preparación de extractos. En la determinación del estado de madurez en el contenido de compuestos bioactivos, se lo relacionó con el contenido de grados Brix y la acidez en la materia prima. En la experimentación se obtuvo como resultados determinadas características químicas en los alimentos en un grado de madurez intermedia, resaltando en el objeto de estudio que el pH del fruto es de $4,50 \pm 0,02$ con grado Brix de $4,5 \pm 0,01$. (Repo, Zelada, & René, 2012)

2.2. BASES TEÓRICAS

2.2.1. PAPAYA DE MONTE

2.2.1.1. Nombres botánicos: *Carica Pubescens* Linne & Koch, *Vasconcellea pubescens* A.DC., *C. candamarcensis* Hook, *C. cundinamarcensis* J. Linden.

2.2.1.2. Familia y nombres comunes: Caricáceas.

La caricácea más conocida es la papaya, originaria de las tierras bajas de América Central. Sin embargo, en las tierras altas de América del Sur crecen diferentes parientes con cierto potencial. Una de ellas es la llamada papaya de altura, que recibe diferentes nombres como: chilhuacán, chiglacón, chamburu (Ecuador); chamburu, huanarpu hembra (Perú, Bolivia); en castellano: papaya de monte, papaya arequipeña, papaya de altura (Perú y Bolivia); papayuela (Colombia); y en inglés: "mountain papaya". (Vega, 2013)

2.2.1.3. Origen:

Planta del género *Carica*, originario de América tropical y subtropical, incluye por lo menos 40 especies nativas. De éstas, *C. papaya* L. es la especie que más se cultiva en los trópicos del mundo. En los Andes, a altitudes donde no se puede cultivar *C. papaya*, crecen algunas especies de *Carica* que pueden constituir cultivos promisorios. Entre estas especies está *Carica pubescens*, siendo una planta originaria de las alturas de Colombia, Ecuador, Bolivia y Perú (Arequipa, Apurímac, Cusco, Huánuco y Junín) y cultivada en huertos caseros debido a sus cualidades ornamentales (Duque & Morales, 2005). Es probable que esta especie haya sido extraída de los bosques perennifolios andinos y puesta en cultivo en los huertos como planta de adorno y por sus frutos. (ASOHOFrucol, s.f.)

2.2.1.4. Descripción botánica:

Planta arbustiva de consistencia suculenta, de rápido crecimiento y de tamaño pequeño (0.3 - 3.0 m. de altura). El tallo alcanza una altura mayor de 2 m. El sistema radical está conformado por raíces carnosas, verticales. Tronco recto, cilíndrico, no leñoso, verde cuando joven, para tornarse de tono grisáceo en edad adulta. Hojas alternas, limbo lobulado, con cinco a siete lóbulos; nervaduras

marcadas y pecíolo largo. Las flores aparecen de manera continua en las axilas de las hojas; son femeninas de forma acampanada, solitarias, de pétalos blanco, con tonalidades amarillo - verdosas y sépalos verde oscuros. (ASOHOFRUCOL, s.f.)

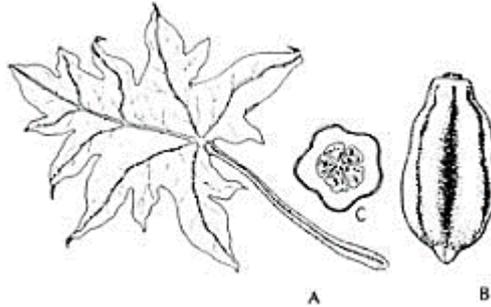


Figura 1. *Papaya de monte (Carica Pubescens)*

A. Hoja. B. Fruto. C. Sección del fruto

El fruto posee un aroma intenso y agradable, es de color amarillo claro, oblongo-elíptico, truncado en la base y agudo en el ápice, de 8 a 11 cm de largo y 5 a 6 cm de diámetro, con cinco costillas muy pronunciadas. La pulpa, ligeramente amarilla, constituye cerca del 60 % del peso total de la fruta y contiene numerosas semillas en la cavidad central cubiertas por una membrana dulce, transparente y gelatinosa. El aroma de este fruto se describe como una mezcla de notas dulces frutales y florales, con matices ácidos, frescos y bastante carnosos. (Duque & Morales, 2005)

2.2.1.5.Hábitat:

En el Perú, en los huertos familiares a 2 800 m, se han observado plantas mucho más altas, robustas y ramificadas. Estas características determinan que la producción y el tamaño de los frutos sean mayores, habiéndose contado en una planta adulta hasta 30 frutos. Este frutal es estacional y se cultiva mayormente en el sur del Perú, siendo el departamento de Arequipa el principal productor; crece en climas templados a frío, en general, las Caricáceas de altura habitan la zona de bosque seco montano bajo. Los rendimientos por unidad de superficie son desconocidos, pero conteos en plantas de huertos indican que pueden producir 20-40 frutos en un período de crecimiento que dura aproximadamente 9 meses. (Repo *et al.* 2012)

2.2.1.6. Composición proximal:

Según (Repo *et al.* 2012), la papaya de monte en un estado de madurez intermedia contiene:

Tabla 2. Composición proximal de papaya de monte.
Componentes (g/100 g de fruta)

Humedad (%)	93,7
Cenizas (%)	0,5
Proteína cruda (%)	0,9
Fibra cruda (%)	0,6
Carbohidratos (%)	4,9
Energía total (kcal/100g de muestra)	23,2

Fuente: Repo de Carrasco y Encina Zelada (2008)

2.2.1.7. Atributos de la papaya de monte:

Según (Terrones, 2014)

- Minerales: Ca, P, Fe.
- Ácidos Orgánicos: Ácido ascórbico (vitamina C), Ácido cítrico.
- Vitaminas: vitamina A (Retinol), Vitamina C (Ácido ascórbico), Algunas del complejo B.
- Alcaloides Compuestos: Carpaína - Alcaloide presente principalmente en las semillas y hojas En menores porcentajes en la pulpa del fruto.
- Calidad De Pigmentos: Carotenoides, el color de la pulpa de las Vasconcelleas; Terpenoides, carotenoides característicos de la parpayuela se encuentran la violaxantina, beta - carotenos, gamma - carotenos y en muy poca frecuencia licopenos.
- Enzima proteolítica la papaína

2.2.1.8. Maduración de la papaya de monte:

En estudios realizados a papayuelas de aroma ha determinado los siguientes componentes fitoquímicos; agua hasta en un 86.8% y carbohidratos hasta en un 12.18 %. (Bioextracto, 2000)

Tabla 3. Características por grados de maduración de la papaya de monte.

	Grado de madurez				
	0	1	2	3	4
Color de Corteza según la Tabla de Küppers					
Fruto en desarrollo (semilla rosada)	100% verde	30% amarillo	60% amarillo	100% amarillo	
Características del fruto de "papaya de monte" o "chamburo"					
1. Peso	180.85	213.18	251.48	257.34	
2. Altura	9.71	10.55	9.69	9.48	
3. Diámetro	6.98	7.24	6.86	6.38	
4. Volumen (ml.)	197	273.1	261.5	223.5	
5. pH (pulpa)	3.90	4.02	4.11	4.29	
6. pH (mucílago)	3.85	3.06	4.15	4.34	
7. Acidez % Ácido cítrico (mg./100g.)	1.110	1.004	0.980	0.965	
8. Sólidos Solubles (°Brix) (pulpa)	4.7	5.6	7.0	5.2	
9. Sólidos Solubles (mucílago)	7.6	9.4	10.1	9.3	
10. Aroma	No tiene	Ligeramente perceptible	Perceptible	Muy perceptible	

Fuente: (ECOPAR, 2006)

2.2.1.9. Usos y aplicaciones:

La especie *Carica Pubescens* es aprovechada principalmente por sus frutos, aunque otras partes de la planta tienen importancia medicinal. Los frutos, en estado maduro, se utilizan en la repostería familiar, en la elaboración de mermeladas y bebidas. La fruta verde hervida o cocida al horno puede consumirse como legumbre. En estado verde constituye un recurso para la obtención de látex. Este, por su contenido de papaína, tiene aceptación en el mercado internacional, para uso en la industria farmacológica y como ablandador de carnes. En el área de mayor cultivo (Colombia, Chile y norte de Ecuador) se utilizan los frutos en el tratamiento de la arterioesclerosis.

En el Perú, en los huertos de Urubamba (Cuzco), a 2 800 m, se han observado plantas mucho más altas, robustas y ramificadas que los biotipos de Cajamarca. Estas características determinan que la producción y el tamaño de los frutos sean mayores, habiéndose contado en una planta adulta hasta 200 frutos. Los frutos se usan para ablandar la carne vacuna dura. Para ello, se extrae el látex, con el cual se frota la carne, que luego se deja reposar por 4-6 horas. Según el conocimiento popular, el látex se aplica contra la micosis cutánea y la verruga plana; también es

utilizado como vermífugo, en el tratamiento de la enteritis de los niños en la época de dentición, contra la diabetes y enfermedades hepáticas. Por su efecto proteolítico actúa sobre las células de la superficie epidérmica y sus patógenos. (Sánchez, 2020)

2.2.2. MADUREZ DE FRUTAS.

2.2.2.1. Proceso de Maduración:

La maduración comprende los cambios producidos entre el final del crecimiento y el comienzo de la maduración de consumo. Durante la fase III se produce un desaceleramiento en el crecimiento y se da lugar a una serie de cambios bioquímicos que determinarán diferentes características de los frutos. Dentro de los procesos fisiológicos se producen: Respiración, fotosíntesis, transpiración, fermentación, síntesis de compuestos simples (azúcares como glucosa, fructosa y sacarosa y alcoholes, como por ejemplo manitol), síntesis de compuestos volátiles (etileno, aldehídos, cetonas, alcoholes de alto peso molecular, entre muchos otros) y degradación de sustancias complejas (almidón y paredes celulares). Estos cambios a nivel bioquímico pueden ser medidos cuantitativamente por diferentes métodos. A continuación, se enumeran los índices más comúnmente utilizados para las determinaciones de madurez en frutos. Estos índices y sus valores dependen de los diferentes destinos que tenga la fruta, ya que los requerimientos para su consumo en fresco varían con respecto a los de la industria. (Grozeff, 2016)

En la tabla siguiente se resumen los principales compuestos y qué es lo que sucede durante la maduración de los frutos.

Tabla 4. Principales compuestos durante la maduración de los frutos.

Componentes	Fruto inmaduro	Fruto maduro
Hidratos de carbono	En forma de almidón	En forma de azúcares simples
Clorofilas	Presentes	Degradación de pigmentos clorofilianos
Pigmentos	Ausentes o enmascarados por la clorofila	Síntesis de compuestos coloreados y degradación de compuestos clorofilianos
Compuestos fenólicos	Se encuentran en su forma condensada	Se encuentran en su forma soluble
Sustancias volátiles	Poco abundantes	Presencia de gran variedad de volátiles (entre ellos el etileno, alcoholes, aldehídos, cetonas, etc.)
Pectinas	Condensadas y de cadena larga	Despolimerización y acotamiento de pectinas (ablandamiento del fruto)
Ácidos orgánicos	Síntesis y presencia de ácidos orgánicos	Respiración de los ácidos, lo que disminuye su concentración.

Fuente: Aspectos fisiológicos y determinación de estados de madurez de frutos. Grozoff, 2016

2.2.2.2. Etapas de maduración:

El momento oportuno para la cosecha es de suma importancia en lo que respecta a la calidad, la comercialización y las posibilidades de almacenamiento postcosecha de los frutos. A partir de los cambios que se producen en la maduración, se pueden cuantificar estas modificaciones que se dan en los frutos y existen tres clases de maduración. Las siguientes teorías son muy importantes al momento de definir qué frutos son aptos para realizar la etapa experimental, así mismo los parámetros que se debe tener en cuenta para su almacenamiento y que características o reacciones posibles tendrán las muestras seleccionadas.

- a. Madurez Fisiológica:** Ocurre antes del desarrollo completo del fruto que después de cosechado debe sobrevivir con sus propios sustratos acumulados. Este es un paso intermedio entre el fin del crecimiento y el inicio de la senescencia. Corresponde al estado en el cual el fruto se asegurará su completo y apropiado proceso de maduración. Los frutos adquieren la maduración

fisiológica, unidos a la planta que les dio origen, por lo que no se recomienda su cosecha antes de que hayan alcanzado este estado.

El factor de mayor importancia en la determinación de la duración en almacenamiento de la fruta y su calidad final es la madurez fisiológica en el momento de la cosecha. Las frutas inmaduras son más propensas al marchitamiento y al daño mecánico, y presentan menor calidad cuando adquieren su madurez de consumo. Por su parte, las frutas demasiado maduras tienen mayor probabilidad de ablandarse, volverse harinosas e insípidas poco tiempo después de cosechadas. Cualquier fruta recogida, bien sea muy pronto o muy tarde en la temporada, es más susceptible a sufrir trastornos fisiológicos y tiene una duración en almacenamiento más corta que la fruta recogida con la madurez adecuada. (Kader A. , 2009)

- b. Madurez de consumo (organoléptica):** corresponde a aquella en la que se han alcanzado todos los atributos que un fruto necesita en color, textura, aroma y sabor deseables para el consumidor. Es decir, la maduración organoléptica hace referencia al proceso por el cual las frutas adquieren las características sensoriales que las define como comestibles. Por lo tanto, se trata de un proceso que transforma un tejido fisiológicamente maduro, pero no comestible en otro visual, olfatorio y gustativamente. Aunque el resultado difiere significativamente, la maduración organoléptica se puede completar tanto en la planta como una vez que la fruta ya se ha recolectado. En general, esta etapa es un proceso que comienza durante los últimos días de maduración fisiológica y que irreversiblemente conduce a la senescencia de la fruta. (Angón, Santos, & Hernández, 2006)

Una vez las frutas han adquirido la madurez de consumo necesario, hay que comercializarlas rápidamente y manipularlas con cuidado para minimizar daños. Si no se pueden evitar las demoras, las frutas maduras deben ser enfriadas hasta su temperatura mínima de seguridad y mantenerlas luego a esa temperatura hasta que estén listas para su exposición en el mostrador de venta. Las frutas sensibles al daño por frío toleran temperaturas más bajas cuando han adquirido el estado de madurez de consumo que cuando están aún verdes. La retirada del etileno y la disminución de la concentración de oxígeno hasta un 3 o 5%, pueden ser

medidas complementarias útiles para mantener una temperatura y humedad relativa óptima que retarde la maduración adicional de la fruta y el deterioro de la que está parcialmente madura. (Kader A. , 2009)

2.2.2.3. Índices de maduración:

Los cambios más palpables durante el proceso de maduración son el color, sabor, textura, etc. Estos cambios son el resultado de la profunda reestructuración metabólica y química que se desencadena dentro del fruto. En los frutos climatéricos, este proceso es controlado, fundamentalmente, por el etileno y su actividad respiratoria. Por lo tanto, a medida que el fruto se desarrolla en el árbol sufre una serie de cambios anatómicos, fisiológicos y bioquímicos que son perfectamente evaluables. Debido a la importancia de obtener frutos con unas características de madurez óptimas existen índices para determinar el momento óptimo de recolección. Así mismo, los índices más utilizados para medir la de madurez de un fruto son el color de fondo, la firmeza, el contenido de sólidos solubles, la prueba de almidón y la acidez, siendo todos ellos de empleo muy práctico. Otros, como número de días desde plena floración, la intensidad de respiración y la producción de etileno son más indicados para estudiar las características fisiológicas. (Grozeff, 2016)

2.2.2.4. Relación entre índice de madurez y caracterización de frutos:

Tabla 5. Índice de Madurez y Caracterización de frutos.

<i>Índices o parámetros de maduración</i>	<i>Características</i>
Climático Fenológicos	Edad del Fruto Unidades de calor
Fisiológicos	Tasa respiratoria Tasa de producción de etileno
Físicos	Firmeza de pulpa Tamaño Color de semillas y de pulpa Color de piel Pérdida de peso
Químicos	Acidez titulable Índice de almidón Contenido de sólidos solubles Contenido de ácidos orgánicos Porcentaje de jugo Contenido de materia seca
Morfológicos	Forma del fruto

Fuente: Aspectos fisiológicos y determinación de estados de madurez de frutos. Grozeff, 2016

2.2.3. ANÁLISIS FISICOQUÍMICOS

Es el conjunto de métodos y técnicas que determinan la composición y características químicas y físicas de los alimentos, la aplicación de los análisis fisicoquímicos contribuye de manera crucial al desarrollo y a la comprensión del concepto de materia. La caracterización física y química de los alimentos está dada por los resultados obtenidos en diferentes análisis a los que estos son sometidos con el fin de conocer su composición química y el contenido de sustancias tóxicas. Estos hacen del parte del control de calidad y deben ser comparados con los límites establecidos en los documentos técnicos y normas según el alimento que sea analizado. (Zumbado, 2005)

2.2.3.1. Características de la muestra para el análisis fisicoquímico

Todo análisis se inicia con la toma, la conservación y el tratamiento de una muestra de la sustancia en cuestión. Si la característica o las características que se quieren evaluar son la presencia o ausencia de una determinada sustancia en un producto alimenticio, el control de calidad es relativamente simple, ya que basta con inspeccionar uno de los alimentos para conseguir la información buscada. En cambio, si la propiedad tiene carácter aleatorio, es decir, si su variación está asociada con una cierta probabilidad y, por tanto, sólo afecta a un cierto número de componentes de la “población” total de productos, la valoración es más difícil. (Uriel, 2012)

La muestra elegida debe cumplir con dos características primordiales:

- **Aleatoriedad:** Todos los elementos que constituyen la población han de tener la misma probabilidad de ser elegidos como componentes de la muestra.
- **Representatividad:** En la muestra elegida han de estar representados todos los posibles subgrupos que componen la población total.

2.2.3.2. Preparación de la muestra

Una vez que se ha seleccionado la muestra, se preparará dependiendo según el tipo de análisis que se vaya a hacer. Las muestras se preparan de acuerdo con las características de los productos; no obstante, todas las operaciones tienen por finalidad conseguir una muestra lo más homogénea posible, porque si el tratamiento es insuficiente, es posible que los resultados no sean representativos. (Uriel, 2012)

Es así que, según (Uriel, 2012), con el objeto de facilitar la preparación del alimento del que se van a obtener las muestras, y teniendo en cuenta la enorme heterogeneidad de los productos alimenticios, el tratamiento oportuno que recibirán las muestras, se encuentran dentro de los siguientes grupos:

- **Alimentos húmedos:** carnes, pescados, frutas, etc. Se quitan las diferentes capas protectoras con cuchillos y trituradoras eléctricas y se homogenizan. La muestra se guarda en frascos limpios y secos, que deben quedar llenos para prevenir pérdidas de humedad. Después, se almacena en refrigeración con el fin de evitar su deterioro o cualquier cambio de composición.
- **Alimentos líquidos:** zumos, salsas, yogures. Se recoge la muestra, al máximo posible, dentro de un vaso o de un mortero seco y se homogeniza el producto batiéndolo. Se pone la muestra a una temperatura próxima a los 20 ° C. Si se desea conservar, se realizará a temperaturas de refrigeración.

2.2.3.3. Métodos de análisis fisicoquímico en alimentos

a. Análisis físicos de alimentos:

- **Determinación de textura:** Entre las características principales encontramos la dureza, que es importante especialmente en frutas y verduras, ya que estima la frescura de ellas.

Los factores constituyentes de la textura pueden ser evaluados por análisis descriptivos sensoriales o instrumentales. El equipo más usado para determinar los parámetros requeridos de textura es el Texturómetro, que recopila la mayoría de las pruebas en un solo aparato y porque desarrolla una técnica de simulación, es decir, simula la mordedura de un alimento.

Proporciona múltiples opciones de celdas, para la realización de ensayos de distinto índole, tanto en tensión como en comprensión. Cuenta con un software para cálculos de los parámetros. (Pérez, 2009)

- **Determinación de color:** La comprensión de la imagen y descripción de un objeto, puede ser utilizada para la evaluación de calidad e inspección de los alimentos. Las mediciones de color pueden ser realizadas de formas visuales (con el ojo humano) o instrumentales con un colorímetro, o utilizando la visión digital (Wu y Sun, 2013). Para fines técnicos se define el color en tres atributos: matiz, croma y brillo, términos acuñados en la ciencia del color por Munsell (1905). (Mathias-Rettig & Ah-Hen, 2014)

Colorímetros: Consiste en un equipo que emite un rayo de luz blanca, y en función de la luz reflejada nos determina el color. Los resultados son entregados en una escala que fue determinada por la Comisión Internationale de l'Éclairage (CIE). La más utilizada es la LAB, que permite el cálculo de:

- L* o luminosidad, cuya escala va del blanco al negro
- C* o croma, que depende de la saturación del color
- h° o matiz (determina el color de que estamos hablando)

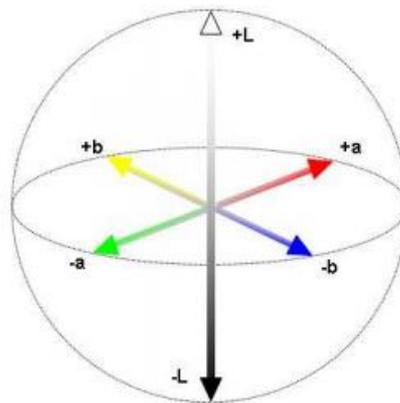


Figura 2. Sistema de color CIE Lab

- **Determinación del peso medio:** Para todos los genotipos estudiados, la determinación de peso medio se calcula a partir de la suma de los pesos unitarios dividido por el número total de los frutos. Este valor se correlaciona posteriormente con otros parámetros físico-químicos y se

estudia su evolución en la conservación por refrigeración. Para la determinación del peso fresco de los frutos se emplea una balanza con una sensibilidad de 0.01 g. Los datos, expresados en gramos, se anotan con dos cifras decimales. (Peralta, Maldonado, & Centeno, 2015)

- **Determinación de diámetro:** Se toma la muestra correctamente, con el vernier tomar la medida del diámetro polar y del diámetro ecuatorial. Realizar las medidas con el vernier digital del diámetro polar y ecuatorial. (Peralta *et al.* 2015)

b. Análisis químicos de alimentos:

- **Determinación de Grados Brix:** Como los azúcares son los componentes mayoritarios en el zumo de la fruta, el análisis se estima del contenido en azúcares en la muestra. La técnica más común de medición de este parámetro, basada en la refractometría, requiere de instrumentos relativamente baratos. Para la determinación de los sólidos solubles (°Brix) se puede emplear un refractómetro manual de escala 0 a 32 °Brix. El calibrado de este aparato se realiza con agua destilada a 20 °C (temperatura de medida de las muestras) ajustando a 0 °Brix. (AOAC, 2005)
- **Determinación de pH:** La acidez medida por el valor de pH, junto con la humedad son, probablemente, las determinaciones que se hacen con más frecuencia. El pH es un buen indicador del estado general del producto ya que tiene influencia en múltiples procesos de alteración y estabilidad de los alimentos, así como en la proliferación de microorganismos. Se puede determinar colorimétricamente mediante los indicadores adecuados, pero, para su mayor exactitud, se ha de recurrir a métodos eléctricos mediante el uso de pH-metros. (AOAC, 2005)
- **Determinación de Acidez Total:** Mediante el método volumétrico, se utiliza un volumen conocido del jugo de su producto o una dilución de éste, adicione 2 ó 3 gotas de fenolftaleína y titule con la solución de NaOH 0.1N a un punto final de pH =8.2 (momento en que ocurre el cambio de color del indicador). En el caso de productos de color rojo u otro que no permite ver el vire, utilice un pH metro. La acidez puede calcularse con la siguiente ecuación. Reporte la deducción de esta ecuación. (AOAC, 2005)

$$\%Acidez = \frac{ml. NaOH \times N_{NaOH} \times meq. \acute{a}cido}{g. \acute{o} vol. jugo \times ml. muestra titulada} \times 100$$

Para el valor del miliequivalente, se utiliza la del ácido orgánico predominante en el producto. En la tabla siguiente se ilustra cómo se calcula para 3 ácidos orgánicos.

Tabla 6. Cálculo de peso miliequivalente de ácidos orgánicos.

ÁCIDO	Peso Molecular	Peso equivalente	Peso miliequivalente
Cítrico	192.12	64.04	0.064
Málico	134.09	67.05	0.067
Tartárico	150.08	75.04	0.075

Fuente: (AOAC, 2005)

2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS

2.3.1. Análisis físico-químico: Implica la caracterización de los alimentos desde el punto de vista físico-químico, haciendo énfasis en la determinación de su composición química, es decir, cuales sustancias están presentes en un alimento (proteínas, grasas, vitaminas, minerales, hidratos de carbono, contaminantes metálicos, residuos de plaguicidas, toxinas, antioxidantes, etc.) y en qué cantidades estos compuestos se encuentran. El análisis fisicoquímico brinda poderosas herramientas que permiten caracterizar un alimento desde el punto de vista nutricional y toxicológico, y constituye una disciplina científica de enorme impacto en el desarrollo de otras ciencias como la bioquímica, la medicina y las ciencias farmacéuticas, por solo mencionar algunas. (Zumbado, 2005)

2.3.2. Cambios composicionales: Durante su desarrollo y maduración las frutas experimentan una serie de cambios internos de sus componentes, que son más evidentes durante la maduración de consumo, y que guardan una estrecha relación con la calidad y otras características de postcosecha del producto. A continuación, se mencionan los principales cambios observados en las frutas maduras para consumo y su relación con la composición interna de las mismas. (Velázquez & Toledo, 2007)

2.3.3. Caracterización de los alimentos: Proviene de los resultados de los diferentes ensayos a que puede someterseles utilizando diferentes métodos de evaluación,

los cuales pueden agruparse en función de los objetivos que persigan y los principios en que se fundamentan. Así, la evaluación de los alimentos involucra tres tipos de análisis: análisis físico-químico, análisis microbiológico y análisis sensorial. (Zumbado, 2005)

2.3.4. Características físicas de un alimento: Este aspecto es una combinación de atributos entre los que se incluyen el color, agrietamiento, la forma, la longitud, y finos. La valoración visual del alimento una vez que se ha sumergido en el agua permite obtener información adicional que está más relacionada con las preferencias alimenticias y los resultados de rendimiento. Estas características se pueden ver y medir sin alterar su composición. En el caso de los alimentos estos pueden ser modificados según la necesidad de cada grupo o persona, esto quiere decir que en el momento de picarlos, cortarlos, rebanarlos estos ya sufren cambios físicos. Se resaltan color, olor, forma, masa, solubilidad, densidad, punto de fusión. (Castaño, 2015)

2.3.5. Características químicas de un alimento: Estas características se pueden observar cuando sufren cambios en su composición. Los alimentos tienen cambios en su composición química como la oxidación de hierro, la fermentación, la putrefacción, la digestión de los alimentos, la producción de una sustancia nueva e incluye el momento cuando nuestro organismo comienza la digestión. (Castaño, 2015)

2.3.6. Maduración: El conjunto de procesos de desarrollo y cambios observados en la fruta se conoce como maduración. Como consecuencia de la maduración la fruta desarrolla una serie de características fisicoquímicas que permiten definir distintos estados de madurez de la misma. En relación a los estados de madurez de la fruta, es conveniente conocer y distinguir de manera precisa el significado de los siguientes términos, de uso común en postcosecha: madurez fisiológica, madurez hortícola y madurez de consumo u organoléptica. (Velázquez *et al.* 2007)

2.3.7. Madurez fisiológica: Una fruta se encuentra fisiológicamente madura cuando ha logrado un estado de desarrollo en el cual ésta puede continuar madurando normalmente para consumo aún después de cosechada. Esto es una característica de las frutas climatéricas como el plátano y otras que se cosechan verde-maduras

y posteriormente maduran para consumo en postcosecha. Las frutas no climatéricas, como los cítricos, no maduran para consumo después que se separan de la planta. (Velázquez & Hevia, 2007)

2.3.8. Madurez de consumo u organoléptica: Ocurre cuando el alimento está listo para ser consumido, pues ha reunido características de sabor, color, aroma, textura, capacidad nutricional, que generan satisfacción. Par frutas podría implicar color amarillo o rojo, cierta suavidad y aromas característicos; para hojas color verde tierno, crujencia, carencia de fibras internas, etc. En raíces o tubérculos puede ser la coloración de la pulpa, ausencia de reventaduras y de brotes (como en camote, papa y tiquizque); en los ornamentales se determina por la apertura de flores, aromes follaje, turgente y de color característico y de color característico y firme. (Thiele, 2001)

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

3.1. Ubicación geográfica del trabajo de investigación

Las pruebas experimentales se llevaron a cabo en el laboratorio de Frutas y Hortalizas ubicado en el pabellón 2H-205 de la Escuela Académico Profesional de Ingeniería en Industrias Alimentarias de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Cajamarca.

3.2. Materiales

3.2.1. Material biológico

- Papaya de monte (*Carica pubescens*) en estado de madurez:

Madurez fisiológica con peso promedio de 90 g.

Madurez de consumo con peso promedio de 60 g. y 110 g.

Para la selección de las papayas de monte en ambos estados de madurez, mediante el método subjetivo donde usamos nuestros sentidos para evaluar la madurez de frutas, como la vista (observando el color de los frutos), se dividió en los dos estados de madurez; siendo las muestras con madurez fisiológicas de un color verdoso y las muestras con madurez de consumo de color amarillento.

En cuanto a cantidad, se evaluó 32 muestras en total divididas en los estados de madurez mencionados. En tamaño se tuvo en cuenta que, como diámetro longitudinal inicial, un rango de (8.5-11) cm. en todas las muestras; así mismo que sean frutos sanos libre de enfermedades; las muestras son proveniente del distrito de Baños del Inca de la Región Cajamarca.

3.2.2. Reactivos

- Solución estándar de NaOH 0.1N
- Fenolftaleína
- Agua destilada.

3.2.3. Materiales y equipos de laboratorio para el procesamiento

a. Materiales

- Piseta con agua destilada

- Vasos de precipitado
- Matraz Erlenmeyer
- Papel filtro
- Bureta
- Soporte universal
- Pipetas
- Mortero
- Recipientes

b. Equipos

- Balanza analítica
- pH metro digital
- Refractómetro
- Texturómetro
- Colorímetro
- Termómetro

c. Trabajo de gabinete

- Laptop
- Papel milimetrado
- Libreta de apuntes
- Lapiceros y/o lápices
- Memoria USB
- Cámara fotográfica digital

d. Otros materiales

- Coolers
- Cuchillos de acero inoxidable
- Jarras graduadas
- Papel toalla
- Guantes látex
- Mandil

3.3. Metodología

3.3.1. Metodología experimental

Se realizó el proceso de evaluación fisicoquímica de la papaya de monte (*Carica pubescens*) en dos estados de madurez (fisiológica y de consumo), se desarrolló 7 días de evaluación fisicoquímica, cada 24 horas, es decir, las muestras estuvieron en observación durante un período de 13 días en total.

En cuanto a las características físicas a evaluar fueron: peso, diámetro (longitudinal y ecuatorial), color y textura (dureza); y las características químicas se tomaron en cuenta los grados brix, pH y acidez titulable.

Tabla 7. *Parámetros de control para el proceso de evaluación fisicoquímica de la Papaya de Monte (Carica pubescens) en dos estados de madurez.*

Estados de madurez	Características físicas				Características químicas			Tiempo de Evaluación (Días)						
	<i>Peso</i>	<i>Diámetro</i>	<i>Color</i>	<i>Textura</i>	<i>Sólidos Solubles</i>	<i>pH</i>	<i>Acidez</i>							
Madurez fisiológica	P _f	D _f	C _f	T _f	S _f	H _f	A _f	D ₁	D ₂	D ₃	D ₄	D ₅	D ₆	D ₇
Madurez de consumo	P _c	D _c	C _c	T _c	S _c	H _c	A _c	D ₁	D ₂	D ₃	D ₄	D ₅	D ₆	D ₇

Leyenda:

Características físicas y químicas

- P:** Determinación de peso
- D:** Determinación de diámetro
- C:** Determinación de color
- T:** Determinación de textura
- S:** Determinación de sólidos solubles
- H:** Determinación de pH
- A:** Determinación de acidez
- Sufijo “f”:** Madurez fisiológica
- Sufijo “c”:** Madurez de consumo

Días de evaluación

- D₁:** Día 1
- D₂:** Día 3
- D₃:** Día 5
- D₄:** Día 7
- D₅:** Día 9
- D₆:** Día 11
- D₇:** Día 13

3.3.2. Diagrama de flujo

En la *Figura 3.* se muestra el Diagrama de flujo del procesamiento de la investigación que se desarrolló.

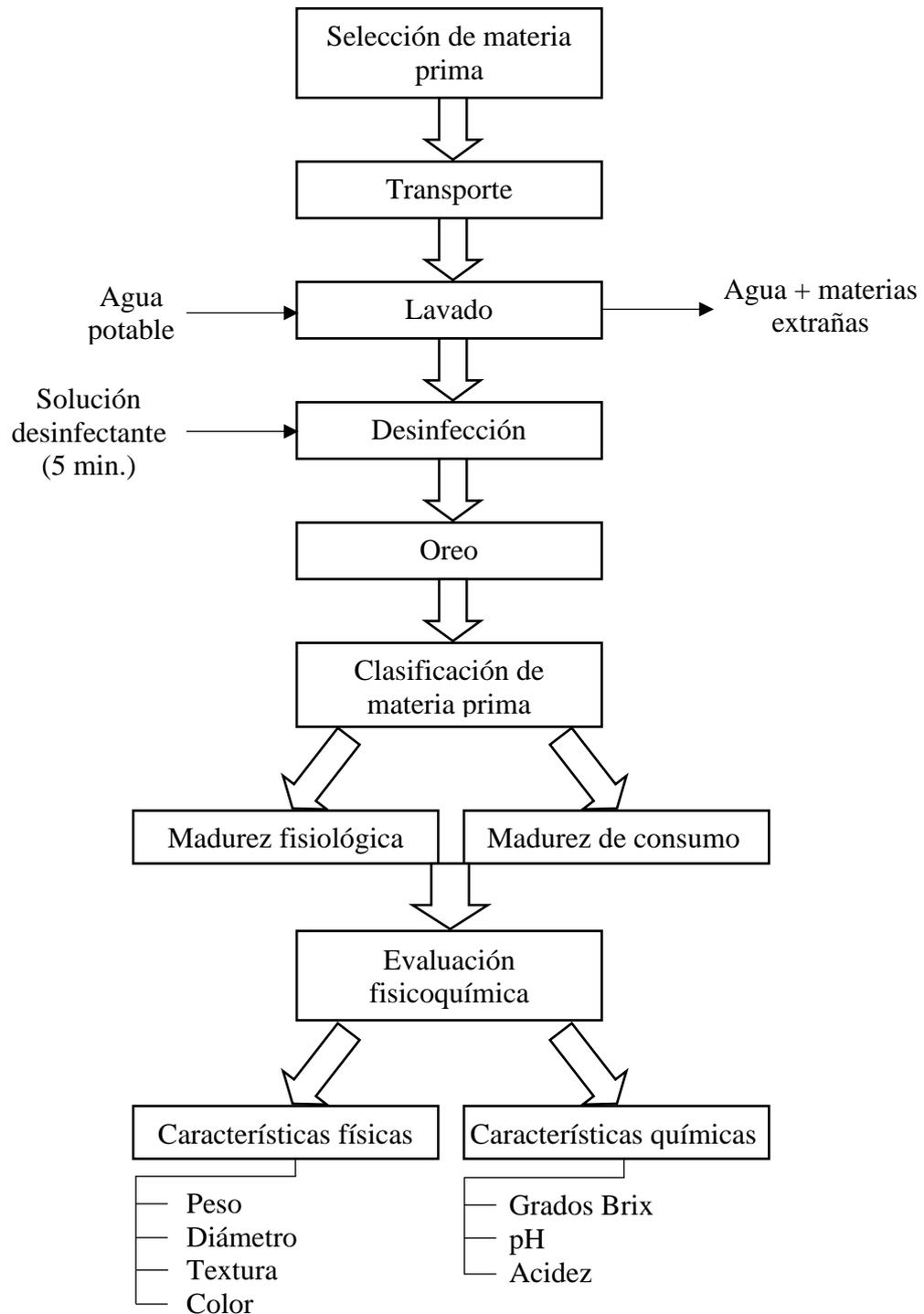


Figura 3. Diagrama de flujo de procesamiento.

3.3.2.1. Descripción de diagrama de flujo

- a. **Selección de materia prima:** Proceso realizado de forma manual, evitando que la materia prima tenga lesiones o algún tipo de daño, teniendo en cuenta que la fruta sea lo más uniforme posible.
- b. **Transporte:** Se transportó la materia prima en cajas para evitar lesiones o magulladuras, así mismo se tuvo en cuenta el hecho de mantener la temperatura adecuada para mejor conservación de la materia prima.
- c. **Lavado:** Se utilizó agua potable con la finalidad de eliminar materias extrañas que estén adheridas a la materia prima.
- d. **Desinfección:** Para realizar este proceso se aplicó como desinfectante Hipoclorito de Sodio.
- e. **Oréo o Secado:** Se realizó sobre las mesas de acero inoxidable empleando papel absorbente con la finalidad de secar las materias primas.
- f. **Clasificación de materia prima:** Se separó la materia prima según el estado de madurez: en madurez fisiológica y madurez de consumo.
- g. **Evaluación fisicoquímica:** En esta etapa se realizó la evaluación física, determinando pes, diámetro, textura y color; y la evaluación química, determinando grados Brix, pH y acidez en las muestras seleccionadas y debidamente rotuladas; haciendo uso de diferentes materiales y equipos respectivos para cada evaluación.

3.3.3. Métodos de Evaluación Fisicoquímica

3.3.3.1. Determinación de Características Físicas

a. Determinación de peso

Fundamento: Las frutas durante su crecimiento tienen un abastecimiento abundante de agua a través del sistema radicular de la planta, luego de la abscisión, puede existir pérdida de peso del estado, por lo cual, para

abastecerse de agua empleada en la transpiración y respiración, utilizaría sus propias reservas. Así mismo, la reducción del peso en los se puede asociar con las condiciones ambientales en el cultivo en el momento del muestreo, ya que éstas serían responsables del aumento de la transpiración del producto. (Del Pilar, Fischer, & Corredor, 2007)

Procedimiento:

Se tomó el fruto seleccionado de acuerdo a las consideraciones determinadas previamente (muestras con similitud en tamaño), luego se colocó sobre la balanza analítica y se procedió a realizar la lectura del resultado arrojado en la balanza.

b. Determinación de diámetro

Fundamento: Los factores principales que pueden influir el tamaño del fruto destacando la relación hoja/fruto, el número de frutos por árbol, la edad de la planta, el esquema de fertilización y manejo describen los factores principales que pueden influir el tamaño del fruto destacando la relación hoja/fruto, el número de frutos por árbol, la edad de la planta, el esquema de fertilización y manejo. (Del Pilar, Fischer, & Corredor, 2007)

Procedimiento:

Se tomó la muestra correctamente y haciendo uso del papel milimetrado y una escuadra se calculó la medida del diámetro ecuatorial de la materia prima.

c. Determinación de textura

Fundamento: Esta característica permite apreciar la firmeza, suavidad, succulencia, resistencia a la masticación, fibrosidad, entre otras características de los productos comestibles. Se define el análisis de perfil de textura como una prueba imitativa en la cual se pretende reproducir el masticado de un producto siendo útil en el proceso de control de calidad y manufactura de alimentos. (Pérez, 2009)

Proceso:

Este procedimiento se realizó en el texturómetro “CT3-Texture analyzer for food”, éste es un equipo que puede realizar muchas pruebas en modo

independiente mediante el uso del software que contiene y permite la creación de múltiples pruebas y ejecución automática sin la participación del operador, creando fácilmente informes y gráficos personalizados directamente desde la pantalla del menú.

Para la determinación de este parámetro se realizó el análisis de la dureza en gramos; se desarrolló mediante la ubicación de la materia prima en la base del texturómetro, luego se dio inicio al análisis de textura mediante el software del equipo, donde un accesorio de metal atraviesa la materia prima mediante una fuerza que este mismo aplica. En este caso la deformación es registrada en gramos según el análisis realizado por el equipo, posteriormente se hizo lectura de los resultados obtenidos.

d. Determinación de color

Fundamento: La colorimetría es el único de los métodos fisicoquímicos que no requiere la destrucción de la muestra. Para realizar la medición se utiliza un aparato calibrado denominado colorímetro. Los parámetros evaluados son L*, a*, b*, siguiendo el estándar C.I.E.L*a*b* (apertura de diámetro 8 mm, plato blanco de referencia, iluminación estándar D65 y observador a 10°). La luminosidad viene descrita por L*, los parámetros a* y b* (corresponde a rojo si a*>0, o a verde si a*<0; corresponde a amarillo si b*>0 o a color azul si b*<0) se utilizan para evaluar la saturación y el tono, la saturación nos da la pureza de un color y el tono es el color propiamente dicho. (Brezmes, 2001)

Procedimiento:

Mediante el uso del colorímetro se describió la coloración de la epidermis de la materia prima, donde para ello se ubica el cabezal de medida sobre el plato de calibración e invocar a la función “Calibrate” hasta que el aparato indique que está preparado, luego se realiza el mismo sistema pero esta vez sobre la superficie de la muestra apretando el botón “measure”, el equipo arroja los resultados de los parámetros L*, a*, b* y posteriormente se calculó el “Índice de Color” con la siguiente fórmula:

$$IC = \frac{1000 \times a^*}{L^* \times b^*}$$

3.3.3.2. Determinación de Características Químicas

a. Determinación de Grados Brix

Fundamento: Su medición se basa en la refracción de la luz creada por la naturaleza y la concentración de los solutos (por ejemplo, el azúcar). Se determinan en un refractómetro con una escala calibrada en grados Brix (% en peso de sacarosa), un grado Brix equivale comercialmente a una concentración en sólidos solubles de 1g/100mL. (Peralta, Maldonado, & Centeno, 2015)

Procedimiento

Para realizar esta evaluación, primero se preparó la muestra con los siguientes pasos: se corta la materia prima y con la ayuda de un mortero obtener una especie de pasta y jugo de la fruta, posteriormente se filtra en vaso de precipitado. Preparada la muestra, del zumo obtenido se tomó una muestra con un gotero sobre el lector de del refractómetro digital, donde posteriormente este equipo automáticamente hace lectura de la muestra.

b. Determinación de pH.

Fundamento: La definición de pH representa la concentración de iones de hidrogeno en la forma: El pH es el logaritmo negativo de la concentración de protones o iones de hidrógeno:

$$ph = -\log_{10}\{H^{-}\} \text{ ó } pH = \log_{10}\left(\frac{1}{\{H^{+}\}}\right)$$

El pH se determina normalmente con un pH-metro electrónico, obteniendo una precisión de aproximadamente 0.01 unidades de pH dentro del rango a 14. El pH-metro es un sensor utilizado en el método electroquímico para medir el pH de una disolución. En consecuencia, se conoce muy bien la sensibilidad y la selectividad de las membranas de vidrio delante el pH. (Ramirez & Calderon, 2012)

Procedimiento

Para la medición de este parámetro se realizó primero la preparación de muestra, donde con la ayuda de un mortero, se obtuvo jugo de la materia prima y seguidamente con el uso del pH-metro se fue introduciendo el electrodo del equipo en la muestra hasta obtener la lectura del equipo.

c. Determinación de Acidez Titulable

Fundamento: Se determina por titulación con un álcali normalizado, con fenolftaleína como indicador. Los resultados se expresan en mililitros de NaOH 0.1N, o como gramos por 100 mL. del ácido predominante. En los jugos de cítricos y en los de tomate se expresan en términos de ácido cítrico anhidro; en el de uvas como ácido tartárico y en el de piña en gramos de ácido málico por 100 mL. de jugo. (Peralta, Maldonado, & Centeno, 2015)

Pesos equivalentes:

Ácido Cítrico = 70

Acido Málico = 67

Acido Tartárico = 75

Ácido Acético = 60

Ácido Ascórbico = 88

Preparación de muestra: se obtuvo el jugo de la materia prima (en muestras sólidas se preparó diluciones para luego filtrar para separar las partes sólidas).

Procedimiento

En un Erlenmeyer de 250 mL se colocó una proporción de 10 mL. del jugo filtrado, luego se adicionó unos 10 mL de agua destilada, se mezcló y se agregó dos o tres gotas de fenolftaleína, posteriormente se precedió a titular con solución estándar de NaOH 0.1N hasta que el viraje de la fenolftaleína sea un rosado leve. Para determinar la acidez, los resultados se expresarán como mg de ácido Cítrico/100 g. producto.

$$\%Acidez = \frac{ml. NaOH \times N_{NaOH} \times meq. \text{ácido} \times factor \ dil}{g. \text{ ó } vol. \ jugo \times ml. \ muestra \ titulada} \times 100$$

Dónde: N = Concentración exacta de la solución de NaOH en eq/L.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1. Evaluación de las características fisicoquímicas de las muestras de “papaya de monte” (*Carica pubescens*) en dos estados de madurez (fisiológica y de consumo)

Las muestras seleccionadas fueron en total 32, obtenidas de varios racimos, divididas en estado de madurez fisiológica y de consumo, clasificadas según características físicas de homogeneidad de forma y tamaño. Así mismo las muestras seleccionadas fueron aquellas que no presentaron magulladuras, golpes, algún grado de infestación u otra característica que afecte la calidad de la muestra, tal y como se observan en la Figura 4. Las muestras fueron evaluadas durante 7 Días de Exposición a Temperatura Ambiente (DETA), cada 24 horas, completando así un período de 13 días.



Figura 4. Selección y acondicionamiento de muestras

4.2. Determinación de las características físicas de las muestras de “papaya de monte” (*Carica pubescens*) en dos estados de madurez (fisiológica y de consumo)

En la tabla 8 se presenta los valores promedio del peso, diámetro (longitudinal y ecuatorial), textura (dureza) e índice de color de las muestras en sus dos estados de maduración (fisiológica y organoléptica).

Tabla 8. Valores promedio de la evaluación física de las muestras en dos estados de madurez.

Estado de madurez	Tiempo (días de evaluación)	Peso (g.)	Diámetro Longit. (cm.)	Diámetro Ecuat. (cm.)	Dureza (g.)	Índice de color
Madurez fisiológica	1	62.628	8.40	4.40	6558.00	-5.37
	2	61.515	8.40	4.40	6395.00	-3.16
	3	61.140	8.30	4.35	5978.00	-3.24
	4	59.218	8.30	4.30	5518.00	-3.64
	5	58.644	8.15	4.20	4938.00	-3.53
	6	51.528	8.05	4.15	4546.00	-3.42
	7	50.831	7.90	4.15	3576.00	-3.37
Madurez de consumo	1	110.993	9.95	5.45	2182.00	3.38
	2	110.203	9.90	5.40	1556.00	4.63
	3	106.237	9.75	5.25	1326.00	4.95
	4	102.022	9.60	5.20	1092.00	5.08
	5	101.112	9.50	5.10	817.00	5.53
	6	99.817	9.45	5.05	606.00	6.58
	7	96.365	9.40	5.00	494.00	5.85

4.2.1. Análisis del peso de papaya de monte en estado de madurez fisiológica y madurez de consumo.

En la Tabla 9 y Figura 5, se observa la media del peso de papaya de monte en estado de madurez fisiológica (57.93 g) y estado de madurez de consumo (103.82 g), los cuales fueron obtenidos después de 13 días de evaluación. Estos resultados evidencian una diferencia de 45.89 g entre los pesos de las papayas, según la prueba de T-Student al 5 %, esta diferencia es significativa, dado que el valor de significación (p-valor=0.000) es menor al 0.05 (5%). Según estos resultados, el peso obtenido con la papaya de monte en estado de madurez fisiológica se diferencia significativamente del peso obtenido con la papaya de monte en estado de madurez de consumo, es decir que el estado de madurez influye de manera significativa en el peso, y dependiendo de esta la pérdida en peso puede variar.

En la tendencia promedio del peso de la papaya de monte, en la Figura 6, en el último día de evaluación, se puede observar que, cuando la papaya de monte está en madurez de consumo (organolépticamente) hay mayor pérdida de agua, obteniendo una diferencia de peso de 14.628 g. a comparación del estado fisiológico con una pérdida de 11.797 g. Esto se debe a que la fruta ya ha realizado todo su proceso metabólico y está camino a la senescencia. Además, que, las frutas tienen un proceso respiratorio más acelerado cuando están con madurez de consumo u organoléptica, ya que están paso a la senescencia y muerte del tejido. (Quispe, 2014)

La pérdida de peso de las frutas está asociada a la pérdida de agua y cuando éstas son cosechadas y expuestas a la temperatura ambiente por varios días, también puede depender de las características intrínsecas y extrínsecas del producto. En este sentido una de las principales causas de la pérdida de peso está relacionada con el déficit de presión de vapor entre su superficie y la atmósfera en que se encuentran, debido a que se establece un gradiente de vapor de agua que finalmente conlleva a la pérdida de peso. (Lamua, 2000)

En tal sentido, a partir de los resultados obtenidos en la investigación, se determina que, una vez cosechados los frutos en un índice de madurez definido, la pérdida de peso irá aumentando y mayor será si la papaya de monte se encuentra en un estado de madurez organoléptico, esta reacción se dará a conforme pasen los días de almacenamiento y a la temperatura a la que son expuestas.

Tabla 9. Prueba de T-Student para el peso obtenido de las muestras de papaya después de 13 días de evaluación.

	Madurez fisiológica	Madurez de consumo
Observaciones	7	7
Media	57.93	103.82
Desviación estándar	4.81	5.48
Grados de libertad	12	
Estadístico t	16.652	
p-valor	0.0000	

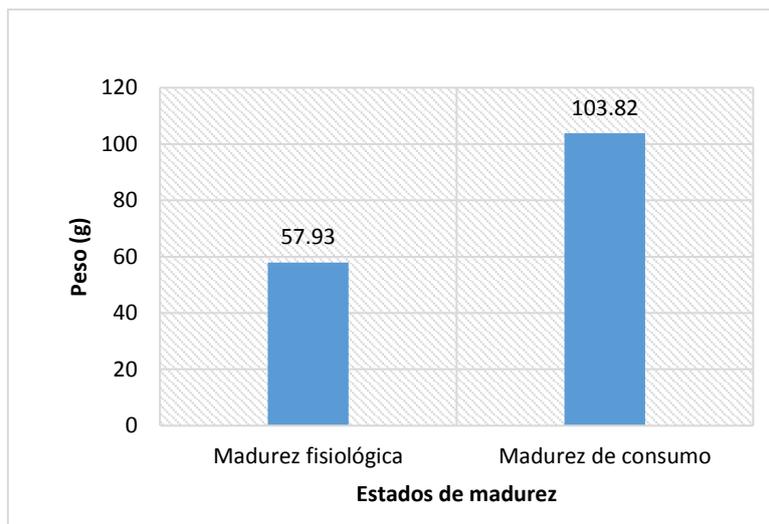


Figura 5. Medias de pesos de las muestras de papaya de monte en diferentes estados de madurez.

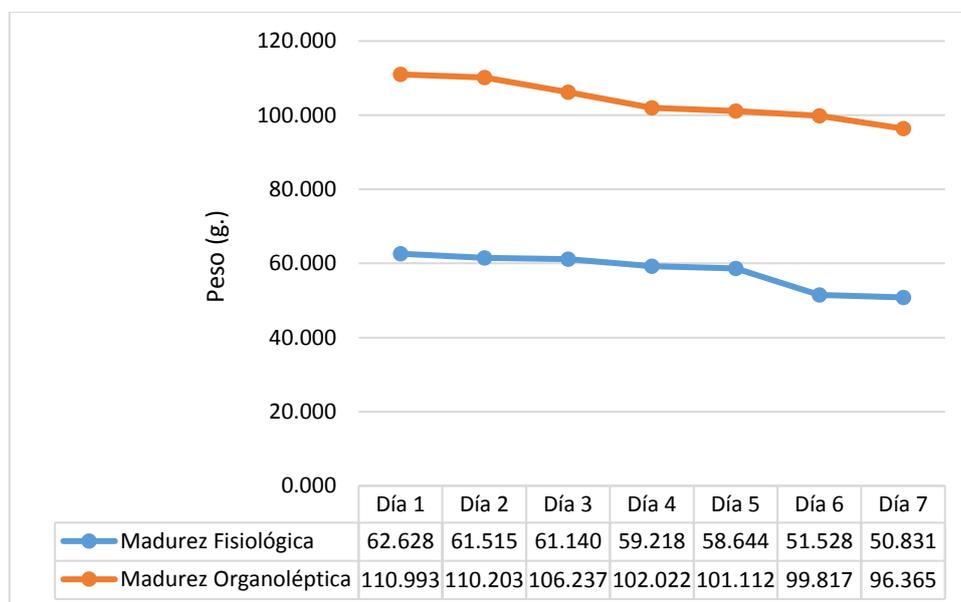


Figura 6. Tendencia del peso promedio

4.2.2. Análisis del diámetro longitudinal y ecuatorial de papaya de monte en estado de madurez fisiológica y madurez de consumo.

En la Tabla 10, y Figura 7, se observa la media del diámetro longitudinal de la papaya de monte en estado de madurez fisiológica (8.21 cm) y en estado de madurez de consumo (9.65 cm), los cuales fueron obtenidos después de 13 días de evaluación. Estos resultados evidencian una diferencia de 1.44 cm entre los diámetros de las papayas de monte, según la prueba de T-Student al 5 %, esta diferencia es significativa, dado que el valor de significación (p-valor=0.000) es menor al 0.05 (5%). Según estos resultados, el diámetro

longitudinal obtenido en la papaya de monte en estado de madurez fisiológica, se diferencia significativamente del diámetro longitudinal obtenido con la papaya de monte en estado de madurez de consumo, es decir que el estado de madurez influye de manera significativa en el diámetro longitudinal.

En la Tabla 11, y Figura 9, se observa la media del diámetro ecuatorial de la papaya de monte en estado de madurez fisiológica (4.27 cm) y en estado de madurez de consumo (5.21 cm), los cuales fueron obtenidos después de 13 días de evaluación. Estos resultados evidencian una diferencia de 0.93 cm entre los diámetros de las papayas de monte, según la prueba de T-Student al 5 %, esta diferencia es significativa, dado que el valor de significación (p-valor=0.000) es menor al 0.05 (5%). Según estos resultados, el diámetro ecuatorial obtenido en la papaya de monte en estado de madurez fisiológica se diferencia significativamente del diámetro ecuatorial obtenido con la papaya en estado de madurez de consumo, es decir que el estado de madurez influye de manera significativa en el diámetro ecuatorial.

En las Figuras 8 y 10, se observan que existe una disminución en la longitud de sus diámetros para los dos estados de la fruta, esto se debe a que la papaya de monte tiene un proceso respiratorio climatérico. Así mismo se resalta que dentro de los principales cambios que se producen en las frutas frescas en función del tiempo, durante los 13 días de almacenamiento después de cosecha se encuentra la reducción de tamaño, determinado en la medida de los diámetros, hasta el día 13.

Las diferencias de diámetros (longitudinal y ecuatorial), se deben a que la fruta ha ido realizando su proceso metabólico y está camino a la senescencia. Además, que, las frutas tienen un proceso respiratorio más acelerado cuando están con madurez comercial u organoléptica, ya que están paso a la senescencia y muerte del tejido. (Quispe, "EFECTO DEL ESTADO DE MADUREZ Y LA CONDICIÓN DE ALMACENAMIENTO SOBRE LA CALIDAD FINAL DE LA PAPAYA Y COCONA, 2014)

Así mismo, Según (Lanchero, Zelandia, Fishe, Varela, & García, 2007) señalan que toda fruta fresca cosechada pierde agua como vapor desde los espacios intercelulares por transpiración. El límite para la aparición de signos de marchitamiento es entre 3 y 5% del peso, pudiendo perderse además aroma, sabor, tamaño, firmeza, fragilidad y acelerarse la maduración. La fruta con mayor proporción superficie/volumen, la fruta chica pierde más agua que la grande de las mismas características en un cuerpo esférico, reduciendo así

también el volumen o tamaño del fruto. También, el propio déficit de la presión de vapor entre la papaya de monte y el ambiente, genera pérdidas de agua, por consecuencia se reduce de manera significativa el peso fresco, y este se verá reflejado en la disminución del volumen o tamaño del fruto.

En tal sentido, a partir de los resultados obtenidos en la investigación, se determina que, a partir de la cosecha y el índice de madurez de la fruta, la reducción de diámetros será mayor e irá aumentando conforme pasen los días de almacenamiento y expuesta a una temperatura ambiente.

Tabla 10. Prueba de T-Student para el diámetro longitudinal obtenido de las muestras de papaya después de 13 días de evaluación.

	Madurez fisiológica	Madurez de consumo
Observaciones	7	7
Media	8.21	9.65
Desviación estándar	0.189	0.220
Grados de libertad	12	
Estadístico t	13.112	
p-valor	0.000	

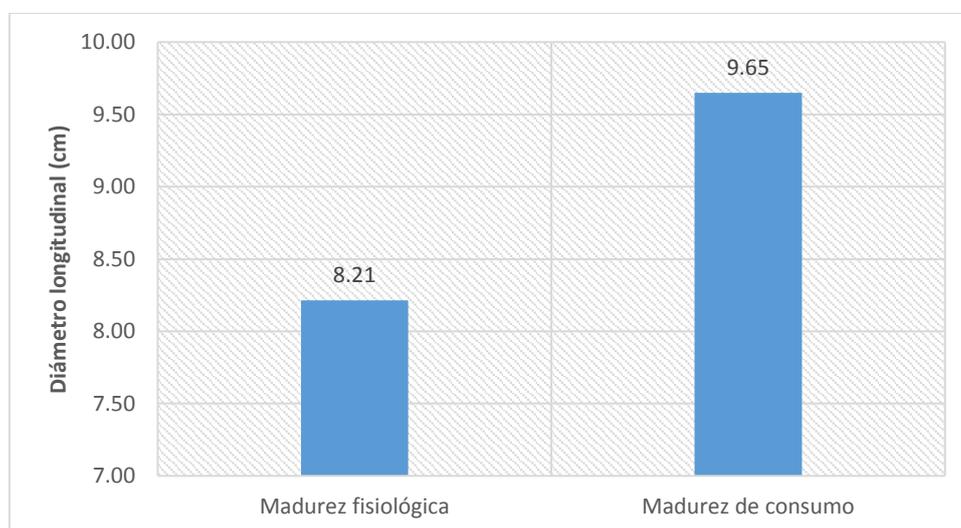


Figura 7. Medias de diámetros longitudinales de las muestras de papaya de monte en diferentes estados de madurez.

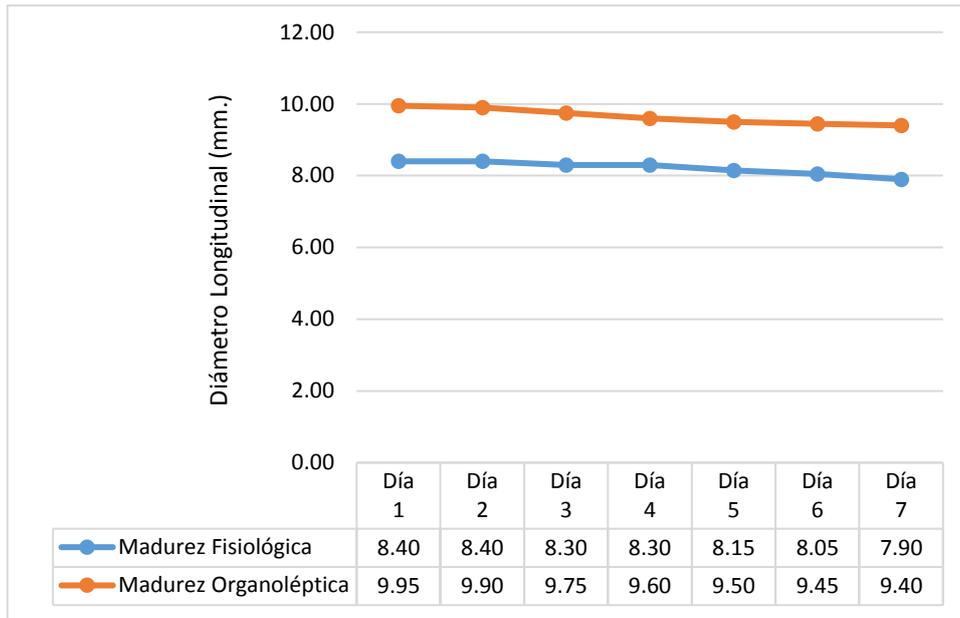


Figura 8. Tendencia del diámetro longitudinal promedio

Tabla 11. Prueba de T-Student para el diámetro ecuatorial obtenido de las muestras de papaya después de 13 días de evaluación.

	Madurez fisiológica	Madurez de consumo
Observaciones	7	7
Media	4.28	5.21
Desviación estándar	0.11	0.17
Grados de libertad	12	
Estadístico t	12.0014	
p-valor	0.000	

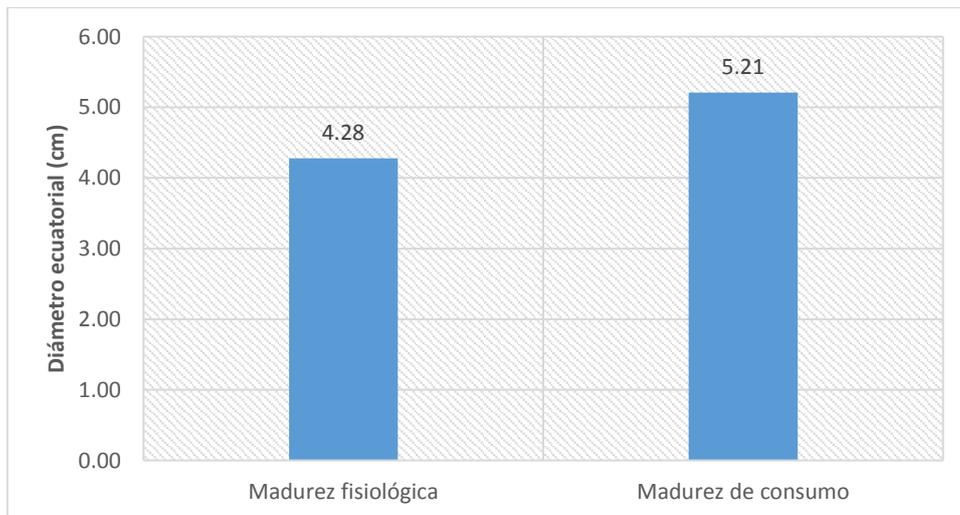


Figura 9. Medias de diámetros ecuatoriales de las muestras de papaya de monte en diferentes estados de madurez.

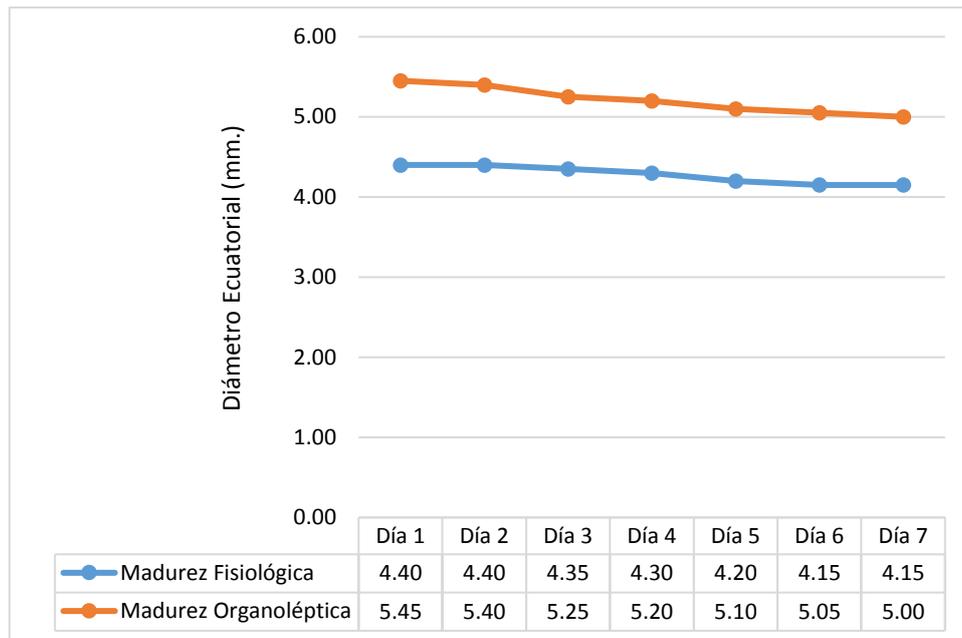


Figura 10. Tendencia del diámetro ecuatorial promedio

4.2.3. Análisis de la dureza de la papaya de monte en estado de madurez fisiológica y madurez de consumo.

En la Tabla 12, y Figura 11, se observa la media de la intensidad de dureza de la papaya de monte, determinados en g-Fuerza, en estado de madurez fisiológica (5358.43) y en estado de madurez de consumo (1153.29), los cuales fueron obtenidos después de 13 días de evaluación. Estos resultados evidencian una diferencia de intensidad de 4205.14 entre la dureza de las papayas, según la prueba de T-Student al 5 %, esta diferencia es significativa, dado que el valor de significación (p -valor=0.000) es menor al 0.05 (5%). Según estos resultados, la dureza obtenida en la papaya de monte en estado de madurez fisiológica se diferencia significativamente de la dureza obtenido con la papaya de monte en estado de madurez de consumo, es decir, que el estado de madurez influye de manera significativa en la dureza, dado que, la fruta va realizando su proceso metabólico, camino a la senescencia y que las frutas tienen un proceso respiratorio más acelerado cuando están con madurez comercial u organoléptica, ya que están paso a la senescencia y muerte del tejido. (Quispe, "EFECTO DEL ESTADO DE MADUREZ Y LA CONDICIÓN DE ALMACENAMIENTO SOBRE LA CALIDAD FINAL DE LA PAPAYA Y COCONA, 2014)

En la Figura 12 se puede observar que existe una pérdida en la textura característica de la papaya de monte, siendo la dureza a determinar en este caso, para los dos estados de la

fruta, esto se debe a que la papaya de monte tiene un proceso respiratorio climatérico. Así mismo se enfatiza que otro de los principales cambios que se producen en las frutas frescas en función del tiempo, durante los 13 días de almacenamiento después de cosecha se encuentra una significativa pérdida de dureza hasta el día 13.

Según (FAO, 2000) se señala que los cambios en la textura de la fruta están asociados al comportamiento climatérico propio de la fruta, ya que al ser consideradas climatéricas se ven caracterizadas porque incrementan marcadamente su ritmo respiratorio y producción de etileno durante la maduración organoléptica en especial, así mismo parte de estos cambios se ven directamente relacionados con la hidrólisis de los almidones y de las pectinas, por la reducción de su contenido de fibra y por los procesos degradativos de las paredes celulares que componen la fruta, donde las frutas se tornan blandas en textura y más susceptibles de ser dañadas durante el manejo postcosecha.

Así también, la velocidad y naturaleza del proceso de maduración difiere significativamente entre las especies de frutas, cultivares de las mismas especies, diferentes grados de madurez del mismo cultivar y también entre zonas de producción, donde las frutas también difieren en sus respuestas a la maduración a diversos ambientes de poscosecha. (FAO, 2000)

En tal sentido, a partir de los resultados obtenidos en la investigación, se determina que la dureza de la papaya de monte es mayor cuando se encuentra en un estado de madurez fisiológico, y a medida que su índice de madurez va aumentando la pérdida de la dureza irá siendo más evidente y mayor a conforme pasen los días de almacenamiento.

Tabla 12. Prueba de T-Student para la intensidad de dureza obtenido de las muestras de papaya después de 13 días de evaluación.

	Madurez fisiológica	Madurez de consumo
Observaciones	7	7
Media	5358.43	1153.29
Desviación estándar	1075.22	591.79
Grados de libertad	12	
Estadístico t	9.065	
p-valor	0.0000	

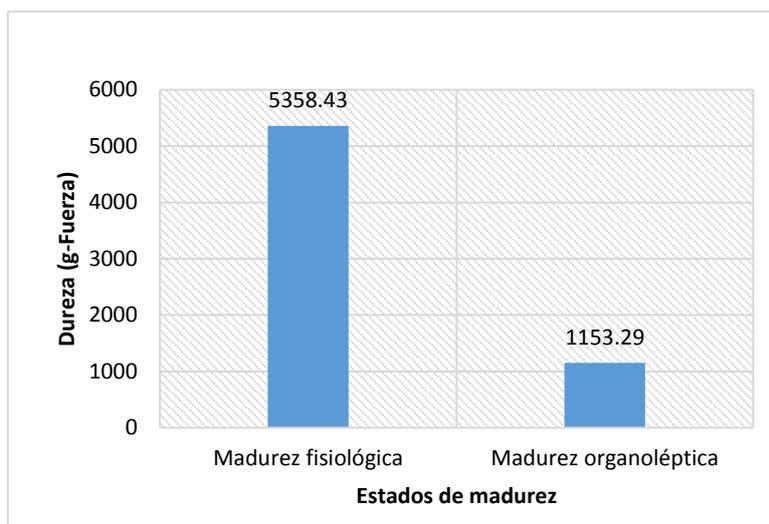


Figura 11. Medias de la dureza de las muestras de papaya de monte en diferentes estados de madurez.

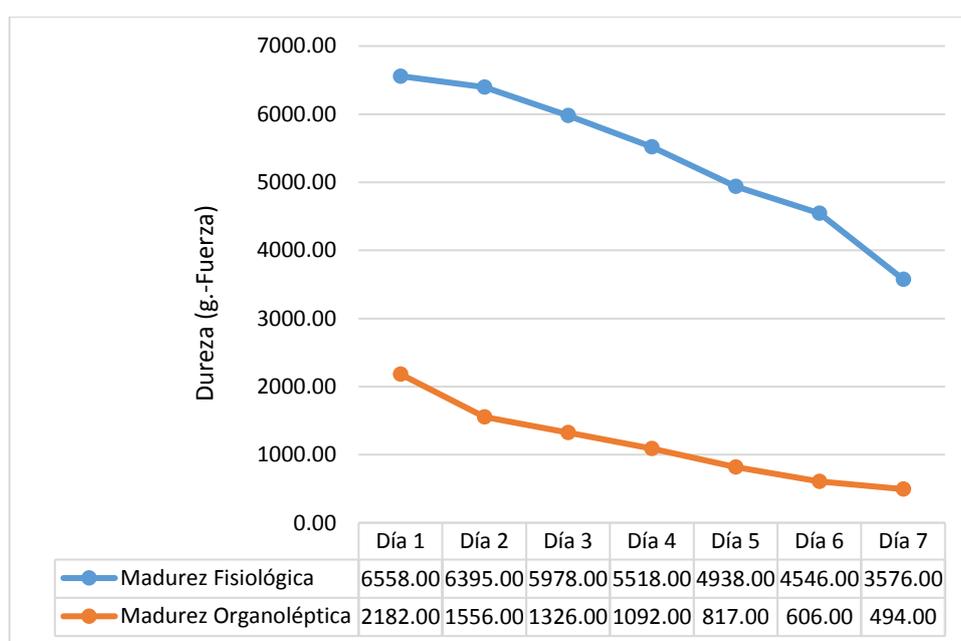


Figura 12. Tendencia de la dureza promedio

4.2.4. Análisis del color de la papaya de monte en estado de madurez fisiológica y madurez de consumo.

En la Tabla 13, y Figura 13, se observa la media del color de la papaya de monte en estado de madurez fisiológica (-3.68) y en estado de madurez de consumo (5.14), los cuales fueron obtenidos después de 13 días de evaluación. Estos resultados evidencian una diferencia de intensidad de color de 1.47 entre las papayas de monte, según la prueba de

T-Student al 5 %, esta diferencia es significativa, dado que el valor de significación (p-valor=0.000) es menor al 0.05 (5%). Según estos resultados, el color obtenido en la papaya de monte en estado de madurez fisiológica se diferencia significativamente del color obtenido con la papaya de monte en estado de madurez de consumo, es decir que el estado de madurez influye de manera significativa en el color.

En la Figura 14, de acuerdo a los resultados, se puede observar que existe una variación de color tendiendo a amarillo para los dos estados de la fruta, esto se debe a que la papaya de monte experimenta una serie de cambios internos de sus componentes, conforma va aumentando su índice de madurez. Según (Artes, 2007) si los resultados del índice de madurez se encuentran dentro del rango $0 < IC < 7$ tienden a ser color amarillento o anaranjado; y cuando el estado de madurez es fisiológico y se encuentra dentro del rango $-7 < IC < 0$ es color con tendencia a verde amarillento. Se debe a que la fruta ha ido realizando su proceso metabólico, y es que el color en estas frutas es la característica externa más importante en la determinación del punto de maduración y de la vida postcosecha, siendo el color amarillo el resultado de la degradación de la clorofila, así como de la síntesis de cromoplastos. (Bruhn, 2007)

Según (FAO, 2000) nos da a mención que dentro de los principales cambios observados en las frutas maduras para consumo y su relación con la composición interna de las mismas, es el desarrollo del color, ya que con la maduración por lo general disminuye el color verde de las frutas debido a una disminución de su contenido de clorofila y a un incremento en la síntesis de pigmentos de color amarillo, naranja y rojo (carotenoides y antocianinas) dándole un aspecto más atractivo al fruto. En este caso el color tiende de verde a amarillo.

A partir del análisis y resultados obtenidos en la investigación, se determina que, a un mayor índice de madurez, el color de la papaya de monte se irá tornando desde color verde a un color amarillento conforme pasen los días de almacenamiento y expuestos a una temperatura ambiente. Donde las diferentes expresiones del cambio de color son una herramienta útil para diferenciar las etapas de maduración.

Tabla 13. Prueba de T-Student para el color obtenido de las muestras de papaya después de 13 días de evaluación.

	Madurez fisiológica	Madurez de consumo
Observaciones	7	7
Media	-3.68	5.14
Desviación estándar	0.76	1.01
Grados de libertad	12	
Estadístico t	18.40	
p-valor	0.000	

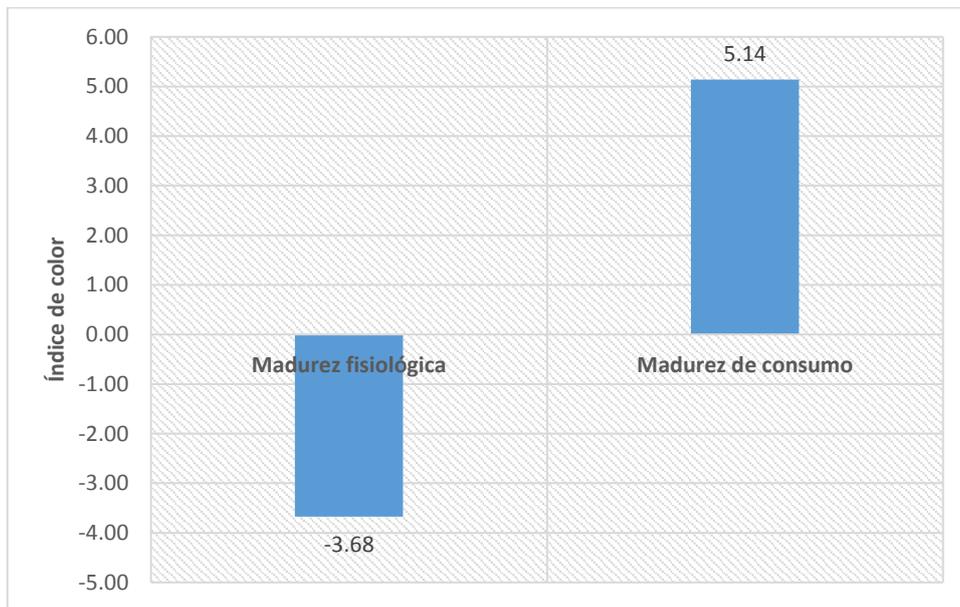


Figura 13. Medias del color de las muestras de papaya de monte en diferentes estados de madurez.

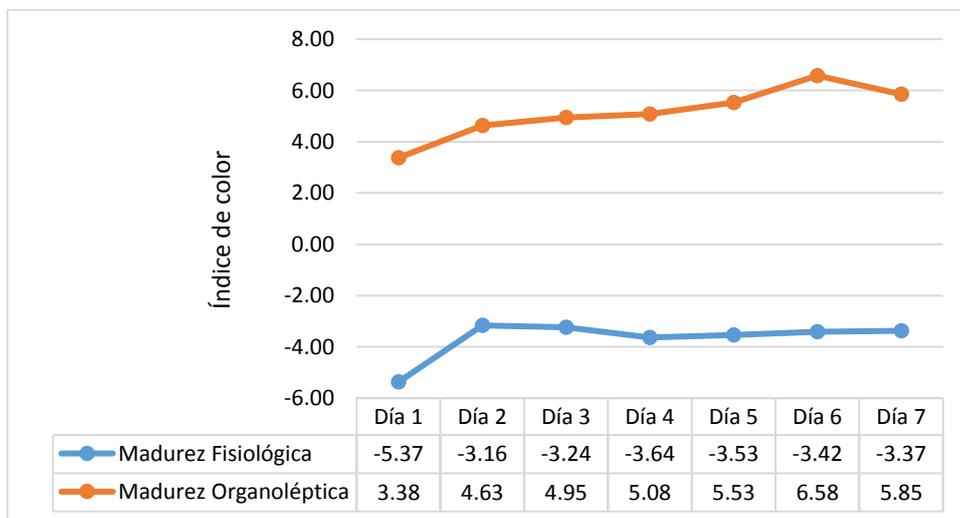


Figura 14. Tendencia del índice de color promedio.

4.3. Determinación de las características químicas de las muestras de “papaya de monte” (*Carica pubescens*) en dos estados de madurez (fisiológica y organoléptica)

En la tabla 14 se presenta los valores promedio de los grados Brix, pH y acidez titulable de las muestras en sus dos estados de maduración (fisiológica y de consumo).

Tabla 14. Valores promedio de la evaluación química de las muestras en dos estados de madurez.

Estado de madurez	Tiempo (días)	Grados Brix	pH	Acidez titulable
Madurez fisiológica	1	4.0	3.80	1.055
	2	3.9	3.58	0.753
	3	3.4	3.40	0.718
	4	4.5	3.12	1.078
	5	4.3	3.93	1.015
	6	4.1	3.87	0.854
	7	4.2	4.00	0.602
Madurez de consumo	1	5.1	5.32	0.838
	2	4.5	5.40	0.683
	3	4.1	4.10	0.56
	4	5.3	3.93	0.938
	5	5.4	4.42	0.844
	6	5.7	5.13	0.791
	7	5.5	4.45	0.532

4.3.1. Análisis de varianza para la determinación de grados Brix

En la Tabla 15, y Figura 15, se observa la media de los grados Brix de la papaya de monte en estado de madurez fisiológica (4.057) y en estado de madurez de consumo (5.086), los cuales fueron obtenidos después de 13 días de evaluación. Estos resultados evidencian una diferencia de 1.029 en grados Brix entre las papayas de monte, según la prueba de T-Student al 5 %, esta diferencia es significativa, dado que el valor de significación (p -valor=0.0017) es menor al 0.05 (5%). Según estos resultados, los grados Brix obtenido en la papaya de monte en estado de madurez fisiológica se diferencia significativamente los grados Brix obtenido con la papaya en estado de madurez de consumo, es decir, que el estado de madurez influye de manera significativa en los grados Brix.

En la Figura 16 se observa que existe una variación en la concentración de grados Brix para los dos estados de la fruta, esto se debe a que la papaya de monte, dentro de los

principales cambios que producen en función del tiempo, durante los 13 días de almacenamiento después de cosecha se encuentra una significativa variación según la madurez del fruto.

La diferencia obtenida en grados Brix, se debe a que, el fruto a medida que va madurando los sólidos solubles aumentan, la tendencia de aumentos se atribuye a que en el estado verde la fruta posee un mayor contenido de pectinas y almidón, los cuales disminuyen a medida que el fruto madura, debido a la acción de enzimas que los hidrolizan a lo largo del proceso de maduración y producen un aumento en la concentración de azúcares. En tal sentido, los resultados obtenidos son significativos, ya que las muestras de papaya de monte en estado de madurez fisiológico presentaron valores menores en sólidos solubles a comparación de las muestras en madurez de consumo, siendo mayor la concentración de azúcares. (Fischer, 2000),

Por otro lado, los SST están constituidos mayormente por azúcares, pero también por otros componentes como los ácidos orgánicos, por lo tanto, al presentarse pérdida de peso dado mayormente por la pérdida de agua, hay mayor concentración de SST, pero al haber pérdida de ácidos, los SST se mantienen con la misma cantidad porque está constituido por otros componentes. Es por ello que, al haber mayor pérdida de peso en estado de madurez organoléptica, la concentración de azúcares es mayor a cuando se encuentra en madurez fisiológica. (Plotto, Bai, Narciso, Brecht, & Baldwin, 2006)

En tanto, a partir de los resultados obtenidos en la investigación, se determina que a un mayor índice de madurez los grados Brix irán incrementando conforme avance el periodo de almacenamiento y a la temperatura que se encuentre expuesta.

Tabla 15. Prueba de T-Student para los grados Brix obtenido de las muestras de papaya después de 13 días de evaluación.

	Madurez fisiológica	Madurez de consumo
Observaciones	7	7
Media	4.057	5.086
Desviación estándar	0.351	0.579
Grados de libertad	12	
Estadístico t	4.0228	
p-valor	0.0017	

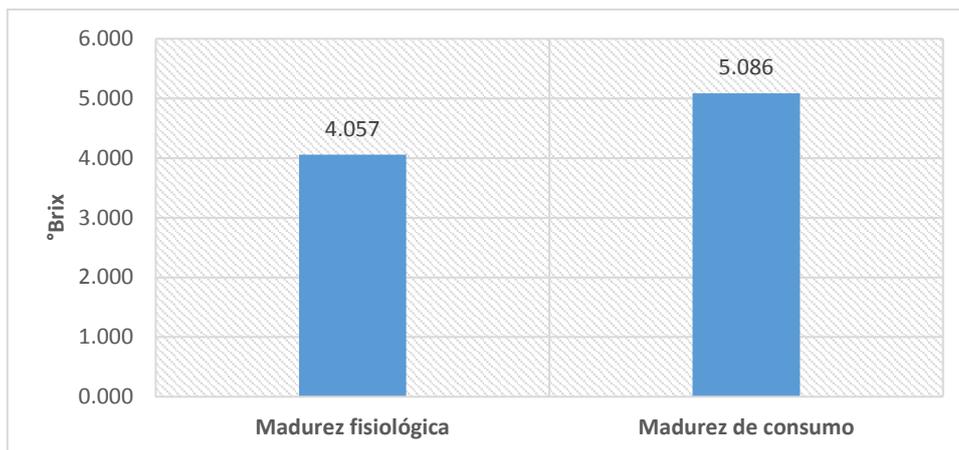


Figura 15. Medias de grados Brix de las muestras de papaya de monte en diferentes estados de madurez.

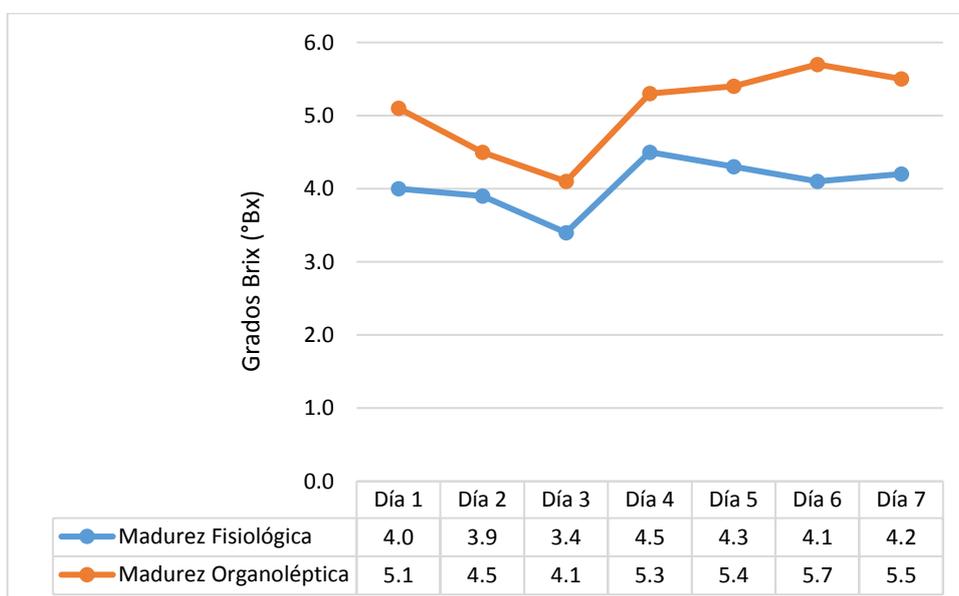


Figura 16. Tendencia de grados brix promedio

4.3.2. Análisis de varianza para la determinación de pH

En la Tabla 16, y Figura 17, se observa la media del pH de la papaya de monte en estado de madurez fisiológica (3.67) y en estado de madurez de consumo (4.67), los cuales fueron obtenidos después de 13 días de evaluación. Estos resultados evidencian una diferencia de una unidad de pH entre las papayas de monte, según la prueba de T-Student al 5 %, esta diferencia es significativa, dado que el valor de significación (p-valor=0.002) es menor al 0.05 (5%). Según estos resultados, el pH obtenido en la papaya de monte en estado de madurez fisiológica se diferencia significativamente del pH obtenido con la papaya en estado de madurez de consumo, es decir, que el estado de madurez influye de

manera significativa en el pH, dado que, cuando la papaya de monte se encuentra en estado de madurez de consumo es mayor el valor promedio de pH a comparación del estado fisiológico, esto se debe a los cambios que genera el proceso metabólico camino a la senescencia.

Así mismo, como se observa en la Figura 8, en la tendencia de maduración del estado fisiológico, existe un ligero aumento del valor del pH en el estado verde a estado maduro, se debe a la reducción de la acidez titulable total y esto ayuda a madurar al fruto porque consigue que se descompongan la clorofila y endulcen la fruta. (Veliz & Espinoza, 2010) Por otro lado, en la tendencia de la madurez de consumo, se observa una disminución de pH final, esto se debe a que, según (Moreno & Oyola, 2015) la actividad enzimática que promueve la acumulación de azúcares durante el llenado de frutos, ya que ésta ocurre vía simporte, hace que disminuya la concentración de H⁺ a nivel vacuolar en las últimas fases de maduración, en este caso los iones H⁺ conforman sustratos como sacarosa y glucosa, haciendo que la concentración en la vacuola disminuya, evidenciando ligeros cambios de pH, y reducción de la acidez y mejoramiento en el sabor de los frutos.

A partir de los resultados obtenidos en la investigación, se determina que, a un mayor índice de madurez, el valor del pH irá incrementando, conforme pasen los días de almacenamiento y según a la temperatura a la que las muestras son expuestas.

Tabla 16. Prueba de T-Student para el pH obtenido de las muestras de papaya después de 13 días de evaluación.

	Madurez fisiológica	Madurez de consumo
Observaciones	7	7
Media	3.671	4.679
Desviación estándar	0.321	0.599
Grados de libertad	12	
Estadístico t	3.924	
p-valor	0.002	

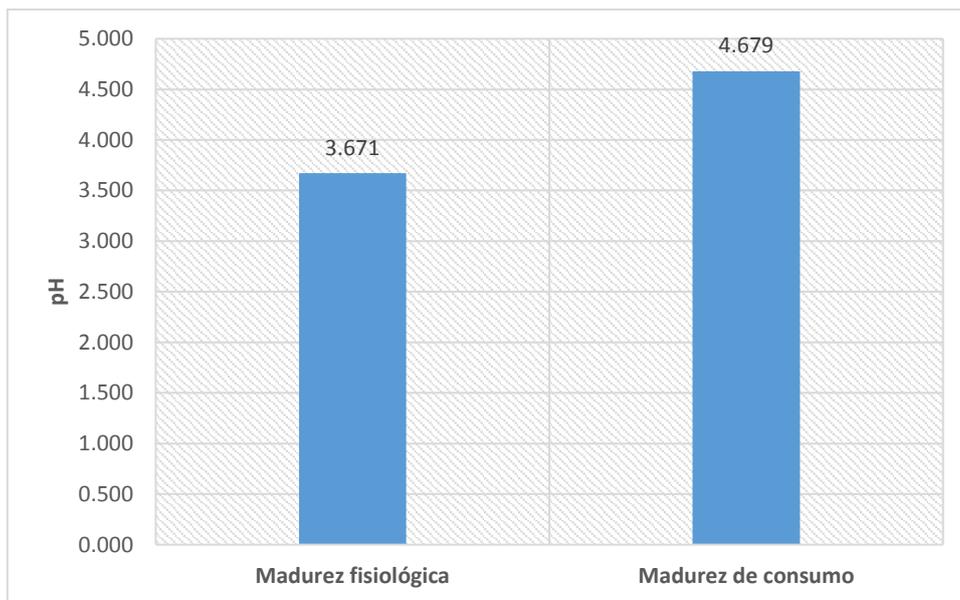


Figura 17. Medias del pH de las muestras de papaya de monte en diferentes estados de madurez.

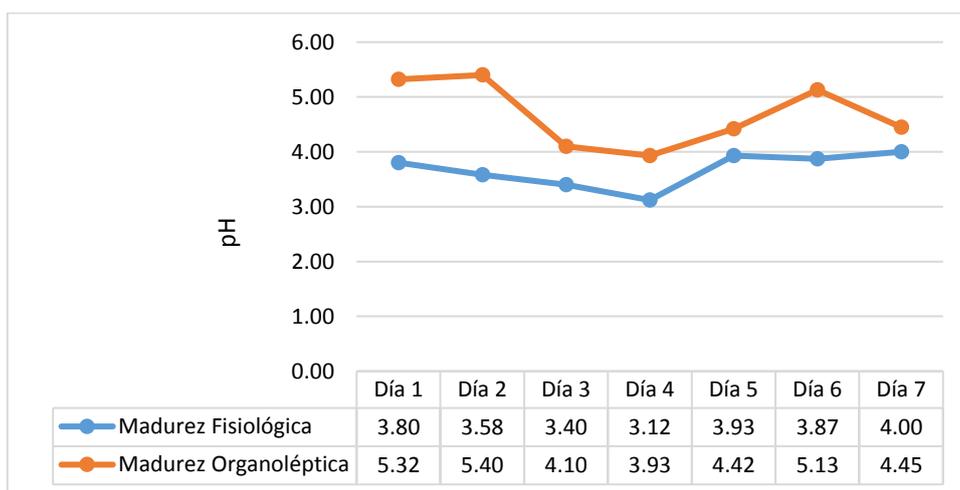


Figura 18. Tendencia de pH promedio

4.3.3. Análisis de la acidez titulable de la papaya de monte en estado de madurez fisiológica y madurez de consumo

En la Tabla 17, y Figura 19, se observa la media de la acidez titulable de la papaya de monte en estado de madurez fisiológica (0.867) y en estado de madurez de consumo (0.741), los cuales fueron obtenidos después de 13 días de evaluación. Estos resultados muestran una diferencia de 0.127 en la acidez titulable de las papayas de monte, según la prueba de T-Student al 5 %, esta diferencia no es significativa, dado que el valor de significación (p-valor=0.189) es mayor al 0.05 (5%). Este resultado indica que, la acidez titulable no está influenciada por el estado de madurez de la papaya de monte.

En la Figura 20, se observa que existe variación descendente de acuerdo al estado de madurez de la fruta, esto se debe al producto de una serie de reacciones fisicoquímicas que simultáneamente ocurren durante la etapa de maduración. Así mismo, se observa, que cuando la papaya de monte posee madurez fisiológica es mayor el valor promedio de la acidez a comparación del estado de madurez organoléptica. Si bien es cierto no hay una diferencia significativa, pero de todas maneras hay una disminución en la acidez y esto se debe a los cambios que genera el proceso metabólico camino a la senescencia. Así mismo al verse relacionado la acidez con el pH de la fruta, es decir, a medida que la concentración de ácidos disminuye, el pH presenta una ligera tendencia al aumento.

Esta situación podría relacionarse con la disminución de hidrogeniones libres presentes en la pulpa de fruta, posiblemente debido a que muchos de los ácidos orgánicos participan durante esta etapa en la formación de sustancias volátiles aromáticas, lo cual podría favorecer aspectos organolépticos. (Park, Jung, & Gorinstein, 2006)

Cabe mencionar que, según (Del Pilar, Fischer, & Corredor, 2007) los ácidos orgánicos se usan durante la respiración del fruto, siendo varios de estos ácidos componentes esenciales en el ciclo respiratorio de los ácidos tricarbóxicos. Se observó una disminución de la acidez durante la maduración de los frutos, lo que indica un aumento en la tasa metabólica en esta fase.

En conclusión, a partir de los resultados obtenidos en la investigación, se determina que, a un mayor índice de madurez, el valor de la acidez irá disminuyendo, conforme pasen los días de almacenamiento y según a la temperatura a la que las muestras son expuestas.

Tabla 17. Prueba de T-Student para la acidez titulable obtenido de las muestras de papaya después de 13 días de evaluación.

	Madurez fisiológica	Madurez de consumo
Observaciones	7	7
Media	0.868	0.741
Desviación estándar	0.186	0.153
Grados de libertad	12	
Estadístico t	1.394	
p-valor	0.189	

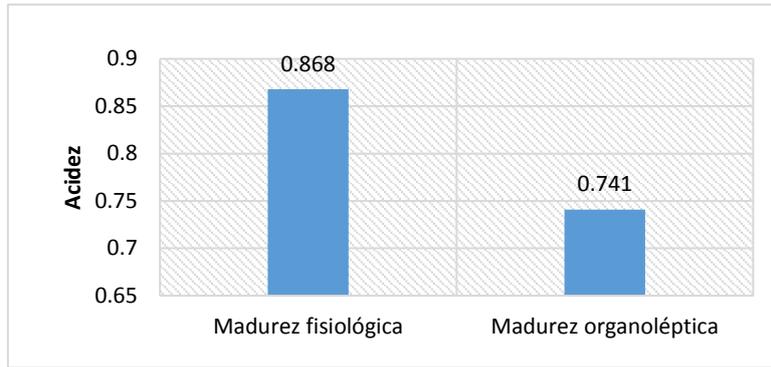


Figura 19. Medias de acidez titulable de las muestras de papaya de monte en diferentes estados de madurez.

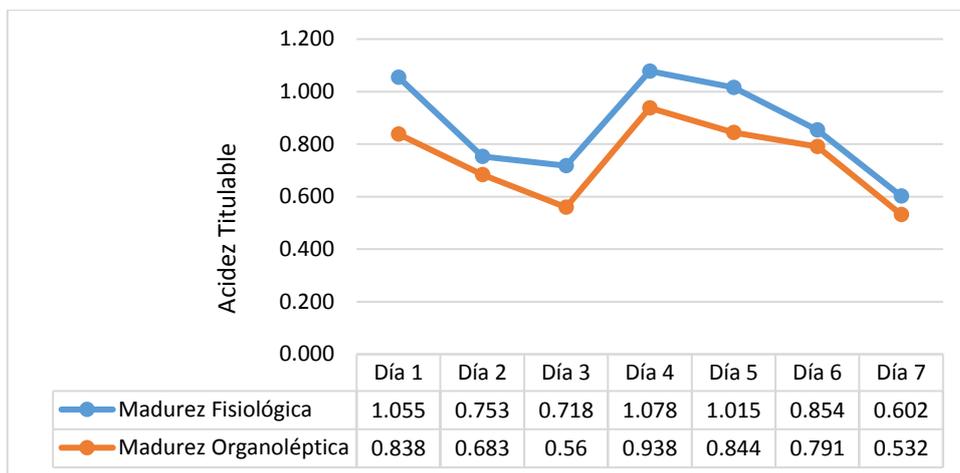


Figura 20. Tendencia de acidez titulable promedio

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES

1. Las características físicas de las muestras de papaya de monte (*Carica pubescens*) en estado de madurez fisiológico se diferencian significativamente de las muestras en estado de madurez de consumo, en cuanto a las muestras con madurez fisiológica la variación promedio en peso es de 18.84%, en diámetro longitudinal es de 5.95%, en diámetro ecuatorial es de 5.68%, en dureza es de 45.47% y en color hubo una disminución de 2 unidades en índice de color; así mismo, en las muestras con madurez de consumo la variación en peso es de 13.18%, en diámetro longitudinal es de 5.53%, en diámetro ecuatorial es de 8.26%, en dureza es de 77.36% y en color hubo una disminución de 2.47 en índice de color.
2. Las características químicas tales como grados Brix y pH de las muestras de papaya de monte (*Carica pubescens*) en estado de madurez fisiológico se diferencian significativamente de las muestras en estado de madurez de consumo, siendo la excepción la acidez con una diferencia no significativa. En cuanto a las muestras con madurez fisiológica la variación promedio en grados Brix es de 4.0°Bx inicial a 4.2°Bx final, en pH es de 3.80 inicial a 4.00 final y en acidez es de 1.055 inicial a 0.602 final; así mismo, en las muestras con madurez de consumo la variación promedio en grados Brix es de 5.1°Bx inicial a 5.5°Bx final, en pH es de 5.32 inicial a 4.45 final y en acidez es de 0.838 inicial a 0.532 final.

CAPÍTULO VI

RECOMENDACIONES

1. Realizar estudios más profundizados de las características fisicoquímicas de la papaya de monte (*Carica pubescens*) a diferentes temperaturas de almacenamiento y grado de madurez, tales como, viscosidad, concentración en grasa, proteína, cenizas, sólidos totales.
2. Establecer el tiempo de vida útil de la papaya de monte (*Carica pubescens*) a diferentes temperaturas de almacenamiento y estados de madurez.
3. Determinar diferentes grados o índices de madurez de la papaya de monte (*Carica pubescens*), mediante experimentos cuantitativos.
4. Evaluar características fisicoquímicas y realizar pruebas sensoriales en productos a base de la papaya de monte (*Carica pubescens*), tales como néctares, pulpa de fruta, mermeladas, entre otros.

CAPÍTULO VII

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMEZQUITA CASTRO, C. F. (28 de Febrero de 2015). *Determinación de pH en alimentos*. Obtenido de Determinación de pH en alimentos: <https://es.scribd.com/doc/258193168/determinacion-de-pH-en-alimentos>
- Angón, P., Santos, N., & Hernández, G. (Diciembre de 2006). Índices para la determinación de las condiciones óptimas de maduración de un fruto. Estado de Oaxaca, México: Universidad Tecnológica de la Mixteca.
- AOAC. (2005). Acidity (Titrable) of Fruit Products. En AOAC, *Official method of Analysis of AOAC International* (pág. 10). 18.
- Artes, H. (2007). Determinación de la calidad y madurez de frutas y hortalizas. En A. H.F., *Determinación de la calidad y madurez de frutas y hortalizas* (págs. 1-8). Cartagena-España.
- ASOHOFRUCOL. (s.f.). *FRUTAS*. Obtenido de FRUTAS: http://www.asohofrucol.com.co/fruta_detalle.php?id=16
- Balcázar, L. (12 de Junio de 2014). *Biodiversidad papayo de altura y sus potencialidades*. Obtenido de Biodiversidad papayo de altura y sus potencialidades: <http://www.iiap.org.pe/Upload/Conferencia/CONF257.pdf>
- Brezmes, J. (2001). Técnicas de control de calidad en frutas. En “*Diseño de una nariz electrónica para monitorizar el grado de maduración de la fruta*” (págs. 20-21). Cataluña.
- Bruhn, C. (2007). Aspectos de calidad y seguridad alimentaria de interés para el consumidor. En A. Kader, *Tecnología Poscosecha de Productos Hortofrutícolas* (págs. 37-44). Oakland, USA: University of California, Division of Agriculture and Natural Resources.
- Castaño, G. (01 de Mayo de 2015). *Propiedades Físicas y Químicas de los Alimentos*. Obtenido de Propiedades Físicas y Químicas de los Alimentos:

<https://prezi.com/jchr7hknpbv/propiedades-fisicas-y-quimicas-de-los-alimentos/>

Del Pilar, I. M., Fischer, G., & Corredor, G. (2007). *Determinación de los estados de madurez del fruto de la gulupa*. Obtenido de Determinación de los estados de madurez del fruto de la gulupa: <http://www.scielo.org.co/pdf/agc/v25n1/v25n1a10.pdf>

Del Pilar, I., Fischer, G., & Corredor, G. (2007). Determinación de los estados de madurez del fruto de la gulupa . *Agronomía Colombiana*, 83-95.

Duque, C., & Morales, A. L. (2005). El aroma de la papayuela (*Carica pubescens*). En *El aroma frutal de Colombia* (págs. 135-145). Bogotá, Colombia: Universidad Nacional de Colombia.

ECOPAR. (2006). *Corporación para la investigación, capacitación y apoyo técnico*. Carchi-Ecuador.

FAO. (Enero de 2000). *Manual de manejo postcosecha de frutas tropicales*. Obtenido de Manual de manejo postcosecha de frutas tropicales: <http://www.fao.org/3/a-ac304s.pdf>

Fischer, G. (2000). *Crecimiento, producción, poscosecha y exportación de la Uchuva (Physalis Peruviana L.)*. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.

G., J. (2009). *Estudio del Chilhuacán*. Quito. Obtenido de Estudio del Chilhuacán.

González, D. I., Ordóñez, L. E., Vanegas, P., & Vásquez, H. D. (2014). Cambios en las propiedades fisicoquímicas de frutos de lulo (*Solanum quitoense* Lam.) cosechados en tres grados de madurez. *Acta Agronómica*.

Grozeff, G. E. (Marzo de 2016). *Maduración e índices de cosecha*. Obtenido de Aspectos fisiológicos y determinación de estados de madurez de frutos: <http://aulavirtual.agro.unlp.edu.ar/pluginfile.php/321/course/section/261/%C3%ADndices%20de%20madurez%202016-%20modif%2011-3.pdf>

- Hernández, J., Fernández, V., & Sulbarán, B. (2014). Caracterización Fisicoquímica, Actividad Antioxidante y Contenido de Polifenoles Totales en Pulpa de Lechosa (Carica Papaya). *El Observador del Conocimiento*.
- Kader, A. (2002). Tecnología poscosecha de cultivos hortícolas. Estados Unidos: División de Agricultura y Recursos Naturales. Universidad de California.
- Kader, A. (2009). Madurez, maduración y relaciones de calidad de la fruta. En M. Arpai, M. Cantwell, C. Crisosto, A. Kader, & at, *Maduración del fruto y manejo del etileno* (págs. 2-6). California: Susana Pinar García.
- Lamua Soldevilla, M. (2000). Aplicación del frío en los alimentos. En I. d. Madrid, *Aplicación del frío en los alimento* (pág. 350). Madrid: Instituto del frío de Madrid.
- Lamua, M. (2000). Aplicación del frío en los alimentos. En I. d. Madrid, *Aplicación del frío en los alimento* (pág. 350). Madrid: Instituto del frío de Madrid.
- Lanchero, O., Zelandia, G., Fische, G., Varela, N., & García, H. (2007). Comportamiento de la uchuva en poscosecha bajo condiciones de atmósfera modificada activa. *Revista Corpoica*, 61-68.
- Mathias-Rettig, & Ah-Hen. (2014). El color en los alimentos un criterio de calidad medible. *AgroSur*, 43-46.
- Moreno, B., & Oyola, Y. (2015). Caracterización de parámetros fisicoquímicos en frutos de mora (*Rubus alpinus* Macfad). *Agroindustrial Science*, 130-136.
- Park, Y., Jung, S., & Gorinstein, S. (2006). Tratamiento con etileno de kiwis ‘Hayward’ (*Actinidia deliciosa*) durante la maduración y su influencia en la biosíntesis de etileno y la actividad antioxidante. *Scientia horti- Scientia horticulturae*.
- Peralta, F., Maldonado, E., & Centeno, M. (2015). *Manual de prácticas para laboratorios de alimentos*. Obtenido de Manual de prácticas para laboratorios de alimentos: http://www.archivos.ujat.mx/2015/div_rios/MP-DAMR-LBR-R01.pdf

- Pérez, E. (2009). *Viscosidad, consistencia y textura en los alimentos*. Obtenido de Viscosidad, consistencia y textura en los alimentos.: <http://www.ciens.ucv.ve:8080/generador/sites/mmedina/archivos/Practica4.pdf>
- Plotto, A., Bai, J., Narciso, J., Brecht, J., & Baldwin, E. (2006). El vapor de etanol antes del procesamiento extiende el almacenamiento de mango recién cortado al disminuir el deterioro, pero no siempre retrasa la maduración. *Postcosecha Biología y Tecnología*, 134-145.
- Quispe, N. (2014). *"Efecto del estado de madurez y la condición de almacenamiento sobre la calidad final de la papaya y cocona*. Ayacucho.
- Ramirez, A., & Calderon, L. (Octubre de 2012). *Determinación de pH en los alimentos*. Obtenido de Determinación de pH en los alimentos: https://www.academia.edu/22698699/_DETERMINACION_DE_PH_EN_LOS_ALIMENTOS
- Repo, R., Zelada, E., & René, C. (2012). Determinación de la capacidad antioxidante y compuestos bioactivos de frutas nativas peruanas. *Revista de la Sociedad Química del Perú*, 108-124. Obtenido de Determinación de la capacidad antioxidante y compuestos bioactivos de frutas nativas peruanas.
- Sánchez, I. (2020). La Agricultura Andina. *Frutales Andinos*. Cajamarca, Cajamarca, Perú: Universidad Nacional de Cajamarca. Obtenido de Frutales Andinos.
- Terrones, L. E. (Junio de 2014). *Biodiversidad papayo de altura y sus potencialidades*. Obtenido de Biodiversidad papayo de altura y sus potencialidades: <http://www.iiap.org.pe/Upload/Conferencia/CONF257.pdf>
- Thiele, F. M. (Diciembre de 2001). *La Maduración en los Productos Hortifrutícolas*. Obtenido de La Maduración en los Productos Hortifrutícolas.
- Umaña, G., Loría, C. L., & Gómez, J. C. (2013). Efecto del grado de madurez y las condiciones de almacenamiento sobre las características fisicoquímicas de la papaya híbrido Pococí. *Agronomía Costarricense*.

- Uriel, E. (20 de Mayo de 2012). *Análisis físico - químico de alimentos*. Obtenido de Analisis Físico - Químico De Alimentos: <http://biolifepuno.blogspot.com/2012/05/analisis-fisico-quimico-de-alimentos.html>
- Valencia, J., Pérez, A., & Vargas, M. (2002). Obtención de polvo de papaya de monte (*Carica pubescens*) por atomización. *Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal*, 2-3. Obtenido de Obtención de polvo de papaya de monte (*Carica pubescens*) por atomización.
- Vega, I. S. (2013). *Cultivos andinos FAO*. Obtenido de Cultivos Andinos Fao: http://www.fao.org/tempref/GI/Reserved/FTP_FaoRlc/old/prior/segalim/prodali/m/prodveg/cdrom/contenido/libro09/Cap3_5.htm
- Velázquez, C. J., & Hevia, J. T. (26 de Junio de 2007). *Manual de manejo postcosecha de frutas tropicales*. Obtenido de Manual de manejo postcosecha de frutas tropicales.
- Velázquez, C. J., & Toledo, J. (26 de Junio de 2007). *Manual de manejo postcosecha de frutas*. Obtenido de Manual de manejo postcosecha de frutas: <http://www.fao.org/3/a-ac304s.pdf>
- Veliz, N., & Espinoza, C. (2010). *Evaluación del contenido de vitamina C, β caroteno y actividad de antioxidantes totales en la pulpa estabilizada de aguaymanto (*Physalis peruviana L.*)*. Perú: Prospectiva Universitaria.
- Zumbado, H. (2005). Introducción al análisis químico de los alimentos. En *Análisis Químicos de los Alimentos*. Ciudad de la Habana: Editorial Universitaria.

ANEXOS

1. Resumen de datos de la determinación de características físicas de las muestras de “papaya de monte” en dos estados de madurez.

Tabla 16. Peso día 1

Repeticiones	Estado de madurez	
	Madurez Fisiológica	Madurez Organoléptica
I	62.629	111.115
II	59.461	122.795
III	65.795	99.070
	62.628	110.993

Tabla 27. Peso día 3

Repeticiones	Estado de madurez	
	Madurez Fisiológica	Madurez Organoléptica
I	62.088	110.342
II	58.305	122.023
III	64.154	98.245
	61.516	110.203

Tabla 28. Peso día 5

Repeticiones	Estado de madurez	
	Madurez Fisiológica	Madurez Organoléptica
I	61.735	105.495
II	57.903	118.334
III	63.786	94.882
	61.141	106.237

Tabla 29. Peso día 7

Repeticiones	Estado de madurez	
	Madurez Fisiológica	Madurez Organoléptica
I	59.545	100.284
II	56.135	114.192
III	61.976	91.591

59.219 102.022

Tabla 30. Peso día 09

Repeticiones	Estado de madurez	
	Madurez Fisiológica	Madurez Organoléptica
I	59.380	99.132
II	55.459	113.509
III	61.097	90.694
	58.645	101.112

Tabla 31. Peso día 11

Repeticiones	Estado de madurez	
	Madurez Fisiológica	Madurez Organoléptica
I	50.838	97.769
II	51.736	112.497
III	52.014	89.184
	51.529	99.817

Tabla 32. Peso día 13

Repeticiones	Estado de madurez	
	Madurez Fisiológica	Madurez Organoléptica
I	49.539	94.121
II	51.017	109.456
III	51.936	85.519
	50.831	96.365

Tabla 33. Diámetro longitudinal día 1

Repeticiones	Estado de madurez	
	Madurez Fisiológica	Madurez Organoléptica
I	8.80	10.20
II	8.00	9.90
III	8.40	9.75
	8.40	9.95

Tabla 34. Diámetro longitudinal día 3

Repeticiones	Estado de madurez	
	Madurez Fisiológica	Madurez Organoléptica
I	8.80	10.15
II	8.00	9.80
III	8.40	9.75
	8.40	9.90

Tabla 35. Diámetro longitudinal día 5

Repeticiones	Estado de madurez	
	Madurez Fisiológica	Madurez Organoléptica
I	8.65	9.90
II	7.90	9.75
III	8.35	9.60
	8.30	9.75

Tabla 36. Diámetro longitudinal día 7

Repeticiones	Estado de madurez	
	Madurez Fisiológica	Madurez Organoléptica
I	8.65	9.65
II	7.90	9.60
III	8.35	9.55
	8.30	9.60

Tabla 37. Diámetro longitudinal día 9

Repeticiones	Estado de madurez	
	Madurez Fisiológica	Madurez Organoléptica
I	8.40	9.55
II	7.80	9.50
III	8.25	9.45
	8.15	9.50

Tabla 38. Diámetro longitudinal día 11

Repeticiones	Estado de madurez	
	Madurez Fisiológica	Madurez Organoléptica
I	8.25	9.50
II	7.75	9.45
III	8.15	9.40
	8.05	9.45

Tabla 39. Diámetro longitudinal día 13

Repeticiones	Estado de madurez	
	Madurez Fisiológica	Madurez Organoléptica
I	8.00	9.45
II	7.65	9.40
III	8.05	9.35
	7.90	9.40

Tabla 40. Diámetro ecuatorial día 1

Repeticiones	Estado de madurez	
	Madurez Fisiológica	Madurez Organoléptica
I	4.30	5.50
II	4.20	5.40
III	4.70	5.45
	4.40	5.45

Tabla 41. Diámetro ecuatorial día 3

Repeticiones	Estado de madurez	
	Madurez Fisiológica	Madurez Organoléptica
I	4.30	5.45
II	4.20	5.35
III	4.70	5.40
	4.40	5.40

Tabla 42. Diámetro ecuatorial día 5

Repeticiones	Estado de madurez	
	Madurez Fisiológica	Madurez Organoléptica
I	4.30	5.30
II	4.15	5.20
III	4.60	5.25
	4.35	5.25

Tabla 43. Diámetro ecuatorial día 7

Repeticiones	Estado de madurez	
	Madurez Fisiológica	Madurez Organoléptica
I	4.20	5.25
II	4.15	5.15
III	4.55	5.20
	4.30	5.20

Tabla 44. Diámetro ecuatorial día 9

Repeticiones	Estado de madurez	
	Madurez Fisiológica	Madurez Organoléptica
I	4.10	5.10
II	4.05	5.05
III	4.45	5.15
	4.20	5.10

Tabla 45. Diámetro ecuatorial día 11

Repeticiones	Estado de madurez	
	Madurez Fisiológica	Madurez Organoléptica
I	4.10	5.05
II	4.00	5.00
III	4.35	5.10
	4.15	5.05

Tabla 46. Diámetro ecuatorial día 13

Repeticiones	Estado de madurez	
	Madurez Fisiológica	Madurez Organoléptica
I	4.10	4.95
II	4.00	5.00
III	4.35	5.05
	4.15	5.00

Tabla 47. Dureza día 1

Repeticiones	Estado de madurez	
	Madurez Fisiológica	Madurez Organoléptica
I	7141.00	2397.00
II	5975.00	1967.00
	6558.00	2182.00

Tabla 48. Dureza día 3

Repeticiones	Estado de madurez	
	Madurez Fisiológica	Madurez Organoléptica
I	6801.00	1630.00
II	5989.00	1482.00
	6395.00	1556.00

Tabla 49. Dureza día 5

Repeticiones	Estado de madurez	
	Madurez Fisiológica	Madurez Organoléptica
I	6534.00	1437.00
II	5422.00	1215.00
	5978.00	1326.00

Tabla 50. Dureza día 7

Repeticiones	Estado de madurez	
	Madurez Fisiológica	Madurez Organoléptica
I	6097.00	1245.00
II	4939.00	939.00
	5518.00	1092.00

Tabla 51. Dureza día 09

Repeticiones	Estado de madurez	
	Madurez Fisiológica	Madurez Organoléptica
I	5279.00	892.00
II	4597.00	742.00
	4938.00	817.00

Tabla 52. Dureza día 11

Repeticiones	Estado de madurez	
	Madurez Fisiológica	Madurez Organoléptica
I	4940.00	645.00
II	4152.00	567.00
	4546.00	606.00

Tabla 53. Dureza día 13

Repeticiones	Estado de madurez	
	Madurez Fisiológica	Madurez Organoléptica
I	3828	576
II	3324	412.000
	3576.000	494.000

Tabla 54. Índice de color de resultados promedio de muestras en estado de madurez fisiológica

Tiempo	L	a	b	Índice de color
Día 1	43.49	-5.58	23.90	-5.37
Día 3	47.10	-3.80	25.50	-3.16
Día 5	42.57	-3.94	28.60	-3.24
Día 7	49.13	-4.58	25.63	-3.64
Día 9	50.48	-4.51	25.30	-3.53
Día 11	45.79	-4.46	28.51	-3.42
Día 15	54.79	-4.35	23.54	-3.37

Tabla 55. Índice de color de resultados promedio de muestras en estado de madurez organoléptica

Tiempo	L	a	b	Índice de color
Día 1	57.17	8.36	43.32	3.38
Día 3	53.19	10.24	41.59	4.63
Día 5	52.44	10.82	41.72	4.95
Día 7	52.35	11.11	41.78	5.08
Día 9	51.02	12.36	43.82	5.53
Día 11	47.82	13.67	43.45	6.58
Día 15	51.94	12.32	40.57	5.85

2. Resumen de datos de la determinación de características químicas de las muestras de “papaya de monte” en dos estados de madurez.

Tabla 56. Grados Brix día 1

Repeticiones	Estado de madurez	
	Madurez Fisiológica	3. Madurez Organoléptica
I	3.9	5.2
II	4.0	4.9
	4.0	5.1

Tabla 57. Grados Brix día 3

Repeticiones	Estado de madurez	
	Madurez Fisiológica	Madurez Organoléptica
I	3.6	4.2
II	4.1	4.7
	3.9	4.5

Tabla 58. Grados Brix día 5

Repeticiones	Estado de madurez	
	Madurez Fisiológica	Madurez Organoléptica
I	3.8	4.1
II	3.0	4.1
	3.4	4.1

Tabla 59. Grados Brix día 7

Repeticiones	Estado de madurez	
	Madurez Fisiológica	Madurez Organoléptica
I	4.4	4.8
II	4.5	5.7
	4.5	5.3

Tabla 60. Grados Brix día 09

Repeticiones	Estado de madurez	
	Madurez Fisiológica	Madurez Organoléptica
I	4.2	5.2
II	4.3	5.5
	4.3	5.4

Tabla 61. Grados Brix día 11

Repeticiones	Estado de madurez	
	Madurez Fisiológica	Madurez Organoléptica
I	4.0	5.5
II	4.1	5.8
	4.1	5.7

Tabla 62. Grados Brix día 13

Repeticiones	Estado de madurez	
	Madurez Fisiológica	Madurez Organoléptica
I	4.1	5.4
II	4.2	5.6
	4.2	5.5

Tabla 63. pH día 1

Repeticiones	Estado de madurez	
	Madurez Fisiológica	Madurez Organoléptica
I	3.75	5.31
II	3.84	5.33
	3.80	5.32

Tabla 64. pH día 3

Repeticiones	Estado de madurez	
	Madurez Fisiológica	Madurez Organoléptica
I	3.50	5.45
II	3.65	5.35
	3.58	5.40

Tabla 65. pH día 5

Repeticiones	Estado de madurez	
	Madurez Fisiológica	Madurez Organoléptica
I	3.00	4.10
II	3.80	4.10
	3.40	4.10

Tabla 66. pH día 7

Repeticiones	Estado de madurez	
	Madurez Fisiológica	Madurez Organoléptica
I	3.08	4.05
II	3.15	3.81
	3.12	3.93

Tabla 67. pH día 09

Repeticiones	Estado de madurez	
	Madurez Fisiológica	Madurez Organoléptica
I	3.85	4.50
II	4.00	4.34
	3.93	4.42

Tabla 68. pH día 11

Repeticiones	Estado de madurez	
	Madurez Fisiológica	Madurez Organoléptica
I	3.95	4.45
II	3.78	5.80
	3.87	5.13

Tabla 69. pH día 13

Repeticiones	Estado de madurez	
	Madurez Fisiológica	Madurez Organoléptica
I	4.10	4.30
II	3.90	4.60
	4.00	4.45

Tabla 70. Acidez titulable día 1

Repeticiones	Estado de madurez	
	Madurez Fisiológica	Madurez Organoléptica
I	1.105	0.880
II	1.004	0.795
	1.055	0.838

Tabla 71. Acidez titulable día 3

Repeticiones	Estado de madurez	
	Madurez Fisiológica	Madurez Organoléptica
I	0.770	0.665
II	0.735	0.700
	0.753	0.683

Tabla 72. Acidez titulable día 5

Repeticiones	Estado de madurez	
	Madurez Fisiológica	Madurez Organoléptica
I	0.805	0.560
II	0.630	0.560
	0.718	0.560

Tabla 73. Acidez titulable día 7

Repeticiones	Estado de madurez	
	Madurez Fisiológica	Madurez Organoléptica
I	1.106	0.868
II	1.050	1.008
	1.078	0.938

Tabla 74. Acidez titulable día 09

Repeticiones	Estado de madurez	
	Madurez Fisiológica	Madurez Organoléptica
I	0.952	0.702
II	1.078	0.986
	1.015	0.844

Tabla 75. Acidez titulable día 11

Repeticiones	Estado de madurez	
	Madurez Fisiológica	Madurez Organoléptica
I	0.994	0.966
II	0.714	0.616
	0.854	0.791

Tabla 76. *Acidez titulable día 13*

Repeticiones	Estado de madurez	
	Madurez Fisiológica	Madurez Organoléptica
I	0.630	0.560
II	0.574	0.504
	0.602	0.532

3. Fotografías



Figura 7. Visita campo – Distrito de Baños del Inca



Figura 9. Selección y acondicionamiento de materia prima



Figura 8. Recolección de materia prima



Figura 10. Pesado de materia prima

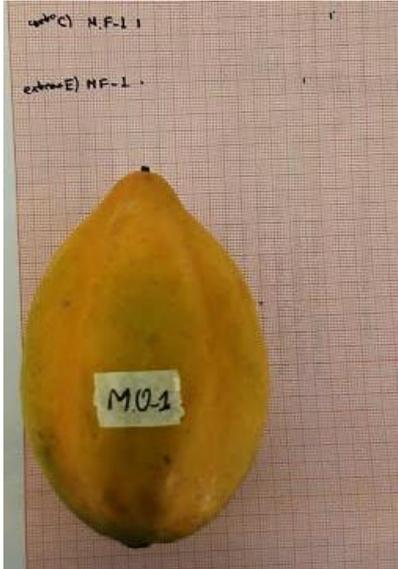


Figura 11. Determinación de diámetros.



Figura 14. Acondicionamiento de materia prima para determinar la dureza.



Figura 12. Determinación de color



Figura 15. Determinación de dureza mediante uso del texturómetro

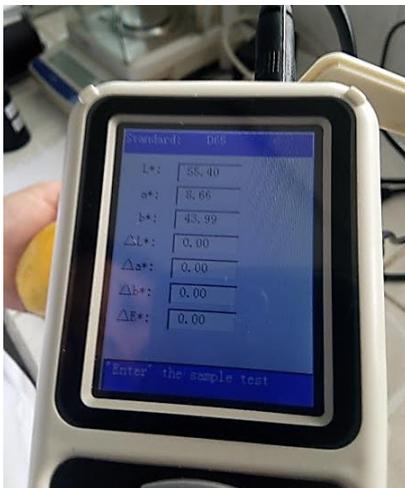


Figura 13. Lectura del colorímetro

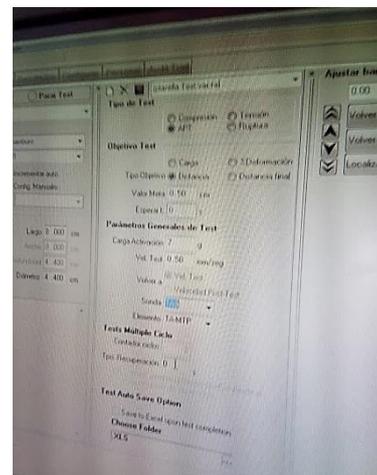


Figura 16. Lectura de resultados mediante el software del texturómetro.



Figura 17. Acondicionamiento en mitades de la materia prima



Figura 20. Determinación de pH



Figura 18. Proceso para obtener muestras líquidas



Figura 21. Determinación y lectura de Grados Brix



Figura 19. Obtención de muestras para posteriores evaluaciones



Figura 22. Determinación de acidez mediante método de titulación



Figura 23. Muestra titulada



Figura 26. Muestras del día 5



Figura 24. Muestras del día 1



Figura 27. Muestras del día 7



Figura 25. Muestras del día 3



Figura 28. Muestras del día 9



Figura 29. Muestras del día 11



Figura 30. Muestras patrón día 13



Figura 31. Muestras del día 13 (Muestras patrón)