



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE JULIACA
FACULTAD DE INGENIERÍA DE PROCESOS
INDUSTRIALES**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN
INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**




**"INFLUENCIA DE LA QUINUA (*Chenopodium quinoa* Willd) MALTEADA
Y SIN MALTEAR EN LAS CARACTERÍSTICAS FISICOQUÍMICAS,
PROXIMAL Y CAPACIDAD ANTIOXIDANTE DE UNA BEBIDA
FUNCIONAL A PARTIR DE PAPAYTA ANDINA
(*Carica pubescens*)"**

Bach. Nancy Elizabeth Lopez Yana

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**

Asesor: M.Sc. Lenin Quille Quille

Co-asesor: Ing. Pedro Nicoyani Mamani Ordoñez



JULIACA, PERÚ

2025





UNIVERSIDAD NACIONAL DE JULIACA
FACULTAD DE INGENIERÍA DE PROCESOS
INDUSTRIALES

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN
INDUSTRIAS ALIMENTARIAS



**“INFLUENCIA DE LA QUINUA (*Chenopodium quinoa* Willd.) MALTEADA
Y SIN MALTEAR EN LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS,
PROXIMAL Y CAPACIDAD ANTIOXIDANTE DE UNA BEBIDA
FUNCIONAL A PARTIR DE PAPAYITA ANDINA
(*Carica pubescens*)”**

Bach. Nancy Elizabeth Lopez Yana

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

Asesor: M.Sc. Lenin Quille Quille

Co-asesor: Ing. Pedro Nicoyani Mamani Ordoñez



JULIACA, PERÚ
2025



UNIVERSIDAD NACIONAL DE JULIACA
FACULTAD DE INGENIERÍA DE PROCESOS
INDUSTRIALES
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN
INDUSTRIAS ALIMENTARIAS



**“INFLUENCIA DE LA QUINUA (*Chenopodium quinoa* Willd.) MALTEADA
Y SIN MALTEAR EN LAS CARACTERÍSTICAS FISICOQUÍMICAS,
PROXIMAL Y CAPACIDAD ANTIOXIDANTE DE UNA BEBIDA
FUNCIONAL A PARTIR DE PAPAYITA ANDINA
(*Carica pubescens*)”**

Nancy Elizabeth Lopez Yana

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

Asesor: M.Sc. Lenin Quille Quille

Co-asesor: Ing. Pedro Nicoyani Mamani Ordoñez

Juliaca, 2025

FICHA CATALOGRÁFICA

Lopez-Yana, N (2025). *Influencia de la quinua (Chenopodium quinoa Willd.) malteada y sin maltear en las características fisicoquímicas, proximal y capacidad antioxidante de una bebida funcional a partir de papayita andina (Carica pubescens)*. [Tesis de pregrado en ingeniería, Universidad Nacional de Juliaca]. Juliaca.

AUTOR: Nancy Elizabeth Lopez Yana

TÍTULO: Influencia de la quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) malteada y sin maltear en las características fisicoquímicas, proximal y capacidad antioxidante de una bebida funcional a partir de papayita andina (*Carica pubescens*).

PUBLICACIÓN: Juliaca, 2025

DESCRIPCIÓN: Cantidad de páginas (165 pp)

NOTA: Tesis de la Escuela Profesional de Ingeniería en Industrias Alimentarias - Universidad Nacional de Juliaca.

CÓDIGO: 03-000041-03/L88

NOTA: Incluye bibliografía.

ASESOR: M. Sc. Lenin Quille Quille

CO-ASESOR: Ing. Pedro Nicoyani Mamani Ordoñez

PALABRAS CLAVE: Bebida, capacidad antioxidante, papayita andina y quinua malteada


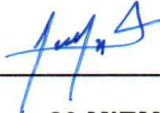



UNIVERSIDAD NACIONAL DE JULIACA
FACULTAD DE INGENIERÍA DE PROCESOS INDUSTRIALES
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN INDUSTRIAS
ALIMENTARIAS

“INFLUENCIA DE LA QUINUA (*Chenopodium quinoa Willd.*) MALTEADA Y SIN MALTEAR EN LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS, PROXIMAL Y CAPACIDAD ANTIOXIDANTE DE UNA BEBIDA FUNCIONAL A PARTIR DE PAPAYITA ANDINA (*Carica pubescens*)”

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**

**Presentada por:
Nancy Elizabeth Lopez Yana**

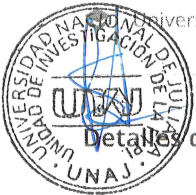
Sustentada y aprobada ante el siguiente jurado:

| | |
|--|---|
| D.Sc. Elizabeth Huanatico Suarez _____ PRESIDENTE DE JURADO |  _____ 2° MIEMBRO |
| M.Sc. José Manuel Prieto _____ JURADO (Secretario) |  _____ 3° MIEMBRO |
| M.Sc. Roger Gómez Mamani _____ JURADO (Vocal) |  _____ CO-ASESOR DE TESIS |
|  _____ M.Sc. Lenin Quille Quille ASESOR DE TESIS |  _____ Ing. Pedro Nicoyani Mamani Ordoñez CO-ASESOR DE TESIS |

Nancy Elizabeth Lopez Yana

**“INFLUENCIA DE LA QUINUA (Chenopodium quinoa Willd.)
MALTEADA Y SIN MALTEAR EN LAS CARACTERISTICAS F**

Universidad Nacional de Juliaca



Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid:::3117:473935223

182 Páginas

Fecha de entrega

15 jul 2025, 12:50 a.m. GMT-5

44.788 Palabras

Fecha de descarga

15 jul 2025, 12:54 a.m. GMT-5

240.158 Caracteres

Nombre de archivo

60-NANCY ELIZABETH.pdf

Tamaño de archivo

4.3 MB




3% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

Filtrado desde el informe

- ▶ Bibliografía
- ▶ Texto citado
- ▶ Texto mencionado
- ▶ Coincidencias menores (menos de 10 palabras)

Fuentes principales

- 3%  Fuentes de Internet
- 0%  Publicaciones
- 2%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

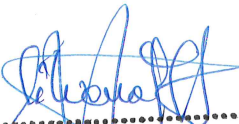
Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

No se han detectado manipulaciones de texto sospechosas.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.


UNIVERSIDAD NACIONAL DE JULIACA
Facultad de Ingeniería de Procesos Industriales
Unidad de Investigación

DEDICATORIA

A Dios por, sobre todo, que me guió en todo este proceso, dándome las fuerzas, seguridad y sabiduría en el cumplimiento de este sueño.

A mis queridos padres Elías López y Clara Yana del mismo modo a mis hermanos Yesenia, Fray, Vidal y mis sobrinos André y Paola, por su inconmensurable apoyo en todos los proyectos emprendidos.

A mis amigos y compañeros, que confiaron en mí y me brindaron su apoyo incondicional.

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Nacional de Juliaca, por contribuir en mi formación académica y profesional.

A la Universidad Peruana Unión, Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Escuela profesional de Ingeniería de Industrias Alimentarias, por el uso de las instalaciones de los laboratorios.

Al M.Sc. Lenin Quille Quille, por sus valiosos aportes y orientaciones durante el desarrollo de esta investigación, así como por su constante guía y apoyo, que hicieron posible la realización de este trabajo.

Al ingeniero Pedro Nicoyani Mamani Ordoñez, quien tuvo mucha paciencia y comprensión con el desarrollo de la investigación.

A los miembros del jurado, D.Sc. Elizabeth Huanatico Suarez, M.Sc. Jose Manuel Prieto y M.Sc. Roger Gómez Mamani, quienes aportaron con sus conocimientos para esta investigación.

Expreso mi sincero agradecimiento a todas las personas que me brindaron su compañía y apoyo durante la realización de esta investigación, ya que los resultados obtenidos son el reflejo del esfuerzo compartido y del acompañamiento constante a lo largo de todo el proceso.

ÍNDICE GENERAL

| | |
|------------------------|------|
| DEDICATORIA..... | i |
| AGRADECIMIENTO..... | ii |
| ÍNDICE GENERAL..... | iii |
| ÍNDICE DE TABLAS..... | vi |
| ÍNDICE DE FIGURAS..... | ix |
| ÍNDICE DE ANEXOS..... | xi |
| RESUMEN..... | xii |
| ABSTRACT..... | xiii |
| INTRODUCCIÓN..... | 1 |

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

| | |
|--|---|
| 1.1. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA..... | 3 |
| 1.2. OBJETIVOS..... | 5 |
| 1.2.1. Objetivos generales..... | 5 |
| 1.2.2. Objetivo específico..... | 5 |
| 1.3. JUSTIFICACIÓN..... | 5 |

CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LA LITERATURA

| | |
|---|----|
| 2.1. ANTECEDENTES..... | 7 |
| 2.1.1. Internacionales..... | 7 |
| 2.1.2. Nacionales..... | 11 |
| 2.1.3. Regionales..... | 13 |
| 2.2. QUINUA..... | 14 |
| 2.2.1. Clasificación botánica y taxonomía de la quinua..... | 15 |
| 2.2.2. Variedades de la quinua..... | 15 |
| 2.2.3. Variedad INIA 420 - Negra Collana..... | 16 |

iii

| | |
|---|----|
| 2.2.4. Procesos principales de malteado | 16 |
| 2.2.5. Composición nutricional y capacidad antioxidante de la quinua sin maltear y quinua malteada..... | 19 |
| 2.3. PAPAYITA ANDINA..... | 21 |
| 2.3.1. Clasificación botánica y taxonomía de la papayita andina..... | 21 |
| 2.3.2. Composición proximal de la papayita andina..... | 22 |
| 2.3.3. Área de distribución de la papayita andina..... | 22 |
| 2.3.4. Producción y comercialización de la papayita andina..... | 22 |
| 2.4. STEVIA..... | 23 |
| 2.4.1. Valor nutricional y beneficios de la Stevia..... | 23 |
| 2.5. CAPACIDAD ANTIOXIDANTE..... | 24 |
| 2.6. BEBIDA FUNCIONAL | 25 |
| 2.6.1. Características fisicoquímicas en bebidas | 26 |
| 2.6.2. Composición proximal y capacidad antioxidante en bebidas de quinua malteada y sin maltear..... | 32 |
| 2.7. EVALUACIÓN SENSORIAL EN ALIMENTOS..... | 35 |

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

| | |
|---|----|
| 3.1. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN | 36 |
| 3.1.1. Hipótesis general | 36 |
| 3.1.2. Hipótesis específica..... | 36 |
| 3.2. AMBITO DE ESTUDIO | 36 |
| 3.3. FORMULACIONES PARA LA ELABORACIÓN DE LA BEBIDA..... | 39 |
| 3.4. METODOLOGIAS PREVIAS..... | 40 |
| 3.4.1. Obtención de la malta de quinua | 40 |
| 3.4.2. Composición proximal de la harina de quinua malteada, harina de quinua sin maltear y papayita andina | 42 |

| | |
|---|----|
| 3.4.3. Análisis de la capacidad antioxidante de la harina de quinua malteada, harina de quinua sin maltear y papayita | 44 |
| 3.5. METODOLOGÍA POR OBJETIVOS | 46 |
| 3.5.1. Metodología para el objetivo N° 1 | 46 |
| 3.5.2. Metodología para el Objetivo N° 2 | 55 |
| 3.5.3. Metodología para el Objetivo N° 3 | 63 |

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

| | |
|---|-----|
| 4.1. Análisis preliminar de la materia prima | 66 |
| 4.2. Determinar los efectos de la adición de la quinua malteada y sin maltear en las características fisicoquímicas de la bebida funcional a partir de papayita andina. 72 | |
| 4.2.1. Características físicas (Propiedades reológicas, Índice de sedimentación y Color) | 72 |
| 4.2.2. Características Químicas (pH, Sólidos solubles y acidez) | 88 |
| 4.3. Determinación de la composición proximal y capacidad antioxidante de la bebida funcional a partir de papayita andina con adecuadas características fisicoquímicas..... | 92 |
| 4.4. Aceptabilidad sensorial de las bebidas funcionales a partir de papayita andina. . | 101 |

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

| | |
|-------------------------------|-----|
| 5.1. CONCLUSIONES..... | 104 |
| 5.2. RECOMENDACIONES | 105 |
| REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA..... | 106 |
| ANEXOS..... | 124 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | | |
|-----------|---|-----|
| Tabla 1: | Composición proximal de la harina de quinua malteada y sin maltear..... | 20 |
| Tabla 2: | Capacidad antioxidante de la quinua malteada y sin maltear..... | 20 |
| Tabla 3: | Características fisicoquímicas en bebidas. | 27 |
| Tabla 4: | Características de flujo en alimentos..... | 28 |
| Tabla 5: | Propiedades físicas: Determinación de color en diferentes bebidas..... | 32 |
| Tabla 6: | Comparación de investigación de la composición proximal en bebidas con harina de quinua malteada y sin maltear. | 33 |
| Tabla 7: | Formulaciones para el estudio de la bebida a partir de papayita andina. | 39 |
| Tabla 8: | Matriz de experimento factorial 2x3. | 48 |
| Tabla 9: | Matriz de experimento factorial 2x3 y numero de tratamientos para la elaboración de la bebida..... | 48 |
| Tabla 10: | Matriz del diseño completamente al azar respecto a la composición proximal y Capacidad antioxidante de las bebidas. | 57 |
| Tabla 11: | Matriz del diseño de bloques completamente al azar (DBCA) para determinar la aceptabilidad de las bebidas..... | 64 |
| Tabla 12: | Composición proximal y capacidad antioxidante de la harina de quinua malteada, harina de quinua sin maltear y papayita andina. | 66 |
| Tabla 13: | Clasificación de parámetros reológicos de la bebida funcional de papayita andina con harina de quinua malteada y sin maltear..... | 72 |
| Tabla 14: | Características Químicas de las bebidas funcionales de papayita andina. | 88 |
| Tabla 15: | Resultado de la composición proximal y capacidad antioxidante de la bebida funcional de papayita andina con adecuadas características fisicoquímicas..... | 92 |
| Tabla 16: | Composición proximal de la materia prima. | 124 |
| Tabla 17: | Parámetros reológicos reológica de la bebida funcional de papayita andina a distintos % de quinua malteada y quinua sin maltear..... | 125 |
| Tabla 18: | Índice de consistencia de la bebida funcional a partir de papayita andina a 97 s ⁻¹ de velocidad de deformación de los seis tratamientos | 128 |
| Tabla 19: | Análisis de la varianza del índice de consistencia a 97 s ⁻¹ de velocidad de deformación [1/s] γ en las bebidas funcionales de papayita andina..... | 129 |
| Tabla 20: | Comparación múltiple de Tukey, correspondiente al índice de consistencia medido a una velocidad de deformación de 97 s ⁻¹ (γ) en bebidas funcionales de papayita andina. | 129 |

| | |
|--|-----|
| Tabla 21: Índice de sedimentación (%) en las bebidas funcionales de papayita andina a un periodo de tiempo de 163.94 para todos los tratamientos. | 133 |
| Tabla 22: Análisis de la varianza de índice de sedimentación (%) en las bebidas funcionales de papayita andina. | 135 |
| Tabla 23: Comparaciones por parejas de Tukey de los seis tratamientos para índice de sedimentación (I.S %). | 135 |
| Tabla 24: Resultados de la evaluación del color de las bebidas..... | 136 |
| Tabla 25: Resultados de la evaluación del color de las bebidas..... | 136 |
| Tabla 26: Análisis de la varianza de la luminosidad (L*) en las bebidas funcionales de papayita andina..... | 138 |
| Tabla 27: Comparaciones por parejas de Tukey: FACTOR A * FACTOR B para luminosidad (L*)..... | 138 |
| Tabla 28: Análisis de la varianza de la coordenada (a*) en las bebidas funcionales... .. | 138 |
| Tabla 29: Comparaciones por parejas de Tukey: FACTOR A * FACTOR B para coordenada a* (Rojo - Verde)..... | 139 |
| Tabla 30: Análisis de la varianza de la coordenada (b*) en las bebidas funcionales de papayita andina..... | 139 |
| Tabla 31: Comparaciones por parejas de Tukey: FACTOR A * FACTOR B para coordenada b* (Amarillo-Azul)..... | 140 |
| Tabla 32: Análisis de la varianza del C* (Pureza) en las bebidas funcionales de papayita andina..... | 140 |
| Tabla 33: Comparaciones por parejas de Tukey: FACTOR A * FACTOR B para C* (Pureza). | 141 |
| Tabla 34: Análisis de la varianza del h° (tonalidad) en las bebidas funcionales de papayita andina..... | 141 |
| Tabla 35: Comparaciones por parejas de Tukey: FACTOR A * FACTOR B para h° (tonalidad)..... | 141 |
| Tabla 36: Características químicas de las bebidas..... | 142 |
| Tabla 37: Análisis de la varianza del pH en las bebidas. | 142 |
| Tabla 38: Análisis de la varianza del °Brix en las bebidas..... | 143 |
| Tabla 39: Análisis de la varianza del % de acidez en las bebidas..... | 144 |
| Tabla 40: Resultados de la composición proximal..... | 146 |
| Tabla 41: Análisis de la varianza para la Humedad en las bebidas..... | 146 |

| | |
|---|-----|
| Tabla 42: Comparaciones por parejas de Tukey: Tratamientos (T1QM y T5QSM) para Humedad. | 147 |
| Tabla 43: Análisis de la varianza para la Proteína en las bebidas. | 147 |
| Tabla 44: Análisis de la varianza para la Grasa en las bebidas. | 147 |
| Tabla 45: Comparaciones por parejas de Tukey: Tratamientos (T1QM y T5QSM) para Grasa. | 147 |
| Tabla 46: Análisis de la varianza para la Ceniza en las bebidas. | 147 |
| Tabla 47: Análisis de la varianza para los Carbohidratos en las bebidas. | 148 |
| Tabla 48: Comparaciones por parejas de Tukey: Tratamientos (T1QM y T5QSM) para Carbohidratos. | 148 |
| Tabla 49: Análisis de la varianza para la Capacidad antioxidante en las bebidas. | 148 |
| Tabla 50: Comparaciones por parejas de Tukey: Tratamientos (T1QM y T5QSM) para Capacidad antioxidante. | 148 |
| Tabla 51: Análisis de la varianza del atributo color en las bebidas funcionales de papayita andina. | 152 |
| Tabla 52: Comparaciones por parejas de Tukey: Tratamientos (T1QM, T2QM, T3QM, T4QSM, T5QSM y T6QSM) para el atributo color. | 152 |
| Tabla 53: Análisis de la varianza del atributo sabor en las bebidas funcionales de papayita andina. | 152 |
| Tabla 54: Comparaciones por parejas de Tukey: Tratamientos (T1QM, T2QM, T3QM, T4QSM, T5QSM y T6QSM) para el atributo sabor. | 153 |
| Tabla 55: Análisis de la varianza del atributo olor en las bebidas funcionales de papayita andina. | 153 |
| Tabla 56: Comparaciones por parejas de Tukey: Tratamientos (T1QM, T2QM, T3QM, T4QSM, T5QSM y T6QSM) para el atributo olor. | 153 |
| Tabla 57: Análisis de la varianza del atributo Apariencia general en las bebidas funcionales de papayita andina. | 154 |
| Tabla 58: Comparaciones por parejas de Tukey: Tratamientos (T1QM, T2QM, T3QM, T4QSM, T5QSM y T6QSM) para el atributo Apariencia general. | 154 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|--|-----|
| Figura 1: Quinua INIA-420 Negra Collana..... | 16 |
| Figura 2: (a) Espacio de color CIELab y (b) Diagrama de cromaticidad de espacio de color $L^* a^* b^*$ | 30 |
| Figura 3: Flujograma de la elaboración de la bebida funcional a partir de papayita andina. | 38 |
| Figura 4: Flujograma de la obtención del malteado de quinua..... | 40 |
| Figura 5: Diagrama de flujo de diseño experimental para el objetivo 1..... | 47 |
| Figura 6: Prototipo de Caja experimental para índice de sedimentación y color. | 51 |
| Figura 7: Diseño experimental del objetivo 2. | 56 |
| Figura 8: Diseño experimental del objetivo 3. | 63 |
| Figura 9: Curvas de flujo de las bebidas funcionales con diferentes concentraciones de (a) bebida con harina de quinua malteada HQM y (b) bebida con harina sin maltear HQSM..... | 75 |
| Figura 10: Variación de la viscosidad de la bebida a partir de la papayita andina a distintas % de (a) HQM y (b) HQSM con velocidad de deformación a 25°C..... | 77 |
| Figura 11: Grafico de índice de consistencia a una velocidad de deformación constante de 97 s^{-1} para los seis tratamientos (a) T1QM, (b) T2QM, (c) T3QM, (d) T4QSM, (e) T5QSM y (f) T6QSM. | 78 |
| Figura 12: Comportamiento del índice de sedimentación en bebidas funcional a partir de papayita andina (a) QM: Quinua malteada y (b) QSM: Quinua sin maltear durante 404.51 horas a temperatura 25°C. | 80 |
| Figura 13: Variación del índice de sedimentación en bebidas funcional de papayita andina, evaluadas a las 163,94 horas..... | 81 |
| Figura 14: Grafico de coordenadas de color de las seis bebidas funcionales (a) T1QM, (b) T2QM, (c) T3QM, (d) T4QSM, (e) T5QSM y (f) T6QSM. | 86 |
| Figura 15: Comportamiento del pH (a), sólidos solubles totales (b) y acidez titulable (c) en los diferentes tratamientos. | 91 |
| Figura 16: La composición proximal de las bebidas con adecuadas características fisicoquímicas: (a) Humedad, (b) Proteínas, (c) Grasa, (d) Ceniza, (e) Carbohidratos y (f) Capacidad antioxidante. | 93 |
| Figura 17: Resultados de aceptabilidad sensorial (a) Color, (b) Sabor, (c) Olor y (d) Apariencia general para los seis tratamientos..... | 102 |

| | |
|--|-----|
| Figura 18: Curvas de flujo de las bebidas funcionales con harina de quinua malteada a: T1QM, b: T2QM y c: T3QM. | 126 |
| Figura 19: Curvas de flujo de las bebidas funcionales con harina de quinua sin maltear a: T4QSM, b: T5QSM y c: T6QSM..... | 127 |
| Figura 20: Imágenes de sedimentación de los seis tratamientos T1QM, T2QM, T3QM, T4QSM, T5QSM y T6QSM..... | 134 |
| Figura 21: Determinación de las características químicas de las bebidas. | 155 |
| Figura 22: Determinación de las características físicas de las bebidas. | 155 |
| Figura 23: Determinación de la ceniza de la harina de quinua malteada, sin maltear, papayita andina y de las bebidas T2QM y T5 QSM. | 156 |
| Figura 24: Determinación de la grasa de la harina de quinua malteada, sin maltear, papayita andina y de las bebidas T2QM y T5 QSM. | 156 |
| Figura 25: Preparación de reactivos y muestra para determinar la proteína. | 157 |
| Figura 26: Digestión, neutralización y destilación de las muestras (harina de quinua malteada, sin malear, papayita andina, T2QM y T5QSM) por el método de Kjeldahl..... | 157 |
| Figura 27: Titulación de las muestras (harina de quinua malteada, sin malear, papayita andina, T2QM y T5QSM). | 158 |
| Figura 28: Determinación de la humedad de la harina de quinua malteada, sin maltear, papayita andina y de las bebidas T2QM y T5 QSM. | 158 |
| Figura 29: Elaboración de la bebida funcional de papayita andina con harina de quinua malteada y sin maltear. | 159 |
| Figura 30: Evaluación sensorial de las bebidas T1QM, T2QM, T3QM, T4QSM, T5QSM y T6QSM..... | 159 |

ÍNDICE DE ANEXOS

| | | |
|-----------|--|-----|
| Anexo 1: | Resultados de la composición proximal de la harina de quinua malteada, harina de quinua sin maltear y papayita andina | 124 |
| Anexo 2: | Resultados para las características físicas Propiedades reológicas, Índice de sedimentación (%I.S)y la determinación de color por CIELab. | 125 |
| Anexo 3: | Análisis estadístico para las características químicas de las bebidas..... | 142 |
| Anexo 4: | Resultados obtenidos para la composición proximal de las bebidas con adecuadas características fisicoquímicas. | 146 |
| Anexo 5: | Resultado obtenido de capacidad antioxidante de la materia prima. | 149 |
| Anexo 6: | Resultado obtenido para capacidad antioxidante de las bebidas con adecuadas características fisicoquímicas. | 150 |
| Anexo 7: | Ficha de Evaluación de los atributos sensoriales..... | 151 |
| Anexo 8: | Resultados obtenidos para la evaluación sensorial. | 152 |
| Anexo 9: | Fotografías de la investigación. | 155 |
| Anexo 10: | Normativas Vigentes..... | 160 |

RESUMEN

La quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.), es ampliamente valorada en la industria alimentaria por su alto contenido nutricional y propiedades funcionales. Por lo expuesto, el presente trabajo de investigación tuvo como objetivo evaluar la influencia de la quinua malteada y sin maltear en las características fisicoquímicas, proximal y capacidad antioxidante de una bebida funcional a partir de papayita andina, se inició evaluando la composición proximal (humedad, grasa, proteínas, cenizas y carbohidratos) y la capacidad antioxidante de la materia prima. Posteriormente, se analizó el efecto de harinas en las características fisicoquímicas (Propiedades reológicas, Í.S (%), color, pH, °Brix y % acidez titulable) de las bebidas para determinar el efecto de las mismas fueron conducidos bajo el experimento factorial 2x3. Luego, se determinó la composición proximal y la capacidad antioxidante de las bebidas que presentaban características fisicoquímicas adecuadas conducidos bajo el (DCA) y la prueba de comparación múltiple de Tukey; finalmente se sometió al análisis de la aceptabilidad sensorial a escala hedónica de 5 puntos para ello se trabajó con 100 jueces no entrenados, analizado mediante el (DBCA). Los resultados obtenidos indican que el proceso de malteado mejora las características fisicoquímicas el T1QM, con pH de 4.45, °Brix de 7.0, % Acidez del 0.26, y el color corresponde a tonalidades verde – amarillo. Además, destaco por su estabilidad, con un 7.33% de sedimentación. Seguido por T5QSM con un pH de 4.7, °Brix 6.5, %Acidez del 0.24, con un índice de sedimentación del 55% luego de 163.94 horas y el color cercano al amarillo cálido. En términos de composición proximal y capacidad antioxidante, el T1QM obtuvo mejores resultados, seguido por el T5QSM. En cuanto al análisis sensorial, el T1QM obtuvo mayor aceptabilidad seguido del T2QM. Esto demuestra que la incorporación de la harina de quinua malteada permite desarrollar bebidas con óptima calidad nutricional y sensorial.

Palabras clave: Bebida, Capacidad antioxidante, papayita andina y quinua malteada.

ABSTRACT

Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.), is widely valued in the food industry for its high nutritional content and functional properties. Therefore, the present research work aimed to evaluate the influence of malted and unmalted quinoa on the physicochemical characteristics, proximate and antioxidant capacity of a functional beverage from papayita andina, it began by evaluating the proximate composition (moisture, fat, proteins, ash and carbohydrates) and the antioxidant capacity of the raw material. Subsequently, the effect of flours on the physicochemical characteristics (rheological properties, ÍS (%), color, pH, °Brix and % titratable acidity) of the beverages was analyzed to determine the effect of the same were conducted under the 2x3 factorial experiment. Then, the proximate composition and antioxidant capacity of the beverages that presented adequate physicochemical characteristics were determined conducted under the (DCA) and the Tukey multiple comparison test; Finally, it was subjected to sensory acceptability analysis on a 5-point hedonic scale. For this purpose, 100 untrained judges were involved, analyzed using the (DBCA). The results obtained indicate that the malting process improves the physicochemical characteristics of T1QM, with a pH of 4.45, °Brix of 7.33, % Acidity of 0.26, and the color corresponds to green - yellow tones. In addition, it stood out for its stability, with 7% sedimentation. Followed by T5QSM with a pH of 4.7, °Brix 6.5, % Acidity of 0.24, with a sedimentation index of 55% after 163.94 hours and the color close to warm yellow. In terms of proximate composition and antioxidant capacity, T1QM obtained better results, followed by T5QSM. Regarding the sensory analysis, T1QM obtained greater acceptability followed by T2QM. This demonstrates that the incorporation of malted quinoa flour allows for the development of beverages with optimal nutritional and sensory quality.

Keywords: Beverage, Antioxidant capacity, papayita andina, Malted quino

INTRODUCCIÓN

El Perú se posiciona como una nación prominente en la producción de granos andinos, particularmente la quinua. Si bien estos granos andinos representan una alternativa atractiva para el sector de alimentos y bebidas debido a las múltiples variedades de quinua disponibles (INIA- 420 Negra Collana, Salcedo INIA, INIA-415 Pasankalla y Ilpa INIA), hasta ahora no se ha realizado un estudio específico sobre su uso en las bebidas (Mäkinen *et al.*, 2015). Las semillas de cereales, legumbres y pseudocereales son fundamentales en la alimentación humana; existen alrededor de 30,000 variedades de plantas comestibles, aunque únicamente 30 especies proporcionan alimento a la gran mayoría de la humanidad (Bewley *et al.*, 2013). Los pseudocereales, como la quinua, son conocidos por su excepcional composición nutricional, que supera a los cereales tradicionales en términos de proteínas, lípidos, vitaminas del complejo B (B1, B2, B6, C y E) y elementos minerales esenciales como hierro, calcio, fósforo y zinc (Pilco-Quesada *et al.*, 2020). Asimismo, carecen de gluten, lo que incrementa la diversidad de alternativas alimentarias nutritivas disponibles para individuos con patologías celiacas.

Por esta razón, los investigadores están interesados en desarrollar una variedad de productos a partir del grano de quinua para la industria alimentaria, con el propósito de maximizar sus beneficios nutricionales y proporcionar a los consumidores opciones de alimentación saludable. Los métodos de procesamiento incorporan técnicas como la aplicación de temperaturas elevadas (tostado), la trituración y procedimientos adicionales como el malteado, que consiste en hidratar y hacer brotar los granos, posteriormente aplicando tratamientos térmicos para finalizar los procesos metabólicos y desarrollar características organolépticas específicas (Mäkinen *et al.*, 2015). Diversos estudios han demostrado que el proceso de germinación y el malteado de cereales y pseudocereales mejoran las propiedades antioxidantes, nutricionales y la aceptabilidad de los granos de quinua.

Actualmente, la preocupación por la alimentación inadecuada ha motivado a productores, consumidores y expertos del sector alimentario a concentrarse en el desarrollo y distribución de productos nutricionales más beneficiosos para la salud. En este contexto, se observa una preferencia hacia el consumo de bebidas elaboradas a base de frutas nativas, vegetales, cereales y pseudocereales, buscando nuevas combinaciones de sabores que también mejoren el perfil

nutricional y aporten ventajas para el bienestar del consumidor. La quinua destaca en esta industria debido a su perfil nutricional excepcional (Thuresson, 2015).

En el desarrollo de estas bebidas, se utilizan frutos nativos como la papayita andina, que se caracteriza por sus propiedades sensoriales atractivas y constituye una fuente importante de vitaminas y compuestos con elevada capacidad antioxidante (Uribe *et al.*, 2015 y Asencio, 2022). De acuerdo con Jiménez (2017), las bebidas funcionales se definen como aquellas que incorporan elementos fisiológicos que enriquecen su perfil nutricional, brindando beneficios adicionales para la salud. Estas bebidas no únicamente ofrecen hidratación, sino que también proporcionan ventajas específicas para el organismo, al incorporar nutrientes fundamentales como vitaminas, minerales, antioxidantes y otros elementos con efectos favorables en el bienestar del consumidor (Managó, 2020). Esta investigación contribuye de manera innovadora al presentar una bebida funcional con características organolépticas similares a un néctar y con mayor calidad nutricional, apta para el público en general.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Nuestro país presenta una notable riqueza en diversidad genética, abarcando tanto la flora y fauna. La región altoandina como Puno se caracteriza como una zona excepcional, reconocida por ser un importante centro de origen y diversificación de diversas especies vegetales que poseen un alto valor nutricional. Entre estos cultivares de relevancia destaca la quinua en sus distintas variedades y la papayita andina, que no solo son fundamentales desde el punto de vista alimentario, sino que también representan un patrimonio cultural significativo, que son fundamentales para el desarrollo sostenible y la seguridad alimentaria de la población.

La sociedad presenta múltiples hábitos de alimentación, generado por los acelerados cambios de estilo de vida, que promueven la ingesta de alimentos procesados, que contienen altos niveles de azúcar, sodio y grasas saturados; los cuales favorecen el incremento de padecer enfermedades cardiovasculares (OMS, 2021), para la elaboración de bebidas generalmente se aplican los azúcares y aditivos químicos, su consumo excesivo podría generar efectos negativos a la salud; por tales motivos una de las alternativas es desarrollar las bebidas funcional a base de la harina de quinua malteada y frutos nativos como la papayita andina, ya que poseen componentes fisiológicos que complementan su aporte nutricional y representa un beneficio extra para la salud de las personas (Jiménez, 2017). La tendencia actual en la industria alimentaria se enfoca en fomentar el consumo de productos orgánicos que sean saludables, nutritivos y funcionales, así como en contribuir a la prevención y reducción de distintas enfermedades.

Actualmente, el Perú se posiciona como un referente en la producción de granos andinos, especialmente la quinua, existiendo múltiples variedades de frutas nativas que destacan por su composición nutricional excepcional, debido a su agradable aroma y propiedades medicinales (previene enfermedades cardiovasculares gracias al flavonoides). De la misma manera, estos ingredientes optimizan el crecimiento, fortalece la salud de la dermis, las membranas mucosas y el sistema inmunológico (Zapana, 2011). La quinua es valorizada por su valor nutricional y son influenciados por el proceso de germinación y el proceso de malteado, estudios respaldan que los granos germinados y el malteados de cereales y pseudocereales aumentan el valor nutricional y las propiedades antioxidantes (Mäkinen *et al.*, 2015 y Tarantola & Wujastyk, 2009), lo cual es una alternativa para poder desarrollar bebidas funcionales, ya que los consumidores actualmente no solo se conforman con ingerir bebidas que sean refrescantes, ahora buscan que sea una fuente de alimentos naturales y nutritivas (Muñoz Murillo *et al.*, 2019). Por otro lado, el código E de la Unión Europea incluye a Stevia entre los aditivos autorizados para su uso en la elaboración de bebidas. Tras un exhaustivo examen, la Autoridad Europea de Salud Alimentaria determino que el endulzante estevuano no es toxico ni cancerígeno. La Stevia posee propiedades nutricionales que ayudan en el tratamiento de diversas enfermedades incluyendo el cáncer, la diabetes, la hipertensión, las afecciones renales, la obesidad y el estrés oxidativo (Stamataki *et al.*, 2020; Talevi, 2022).

Por las razones expresadas, la presente investigación busca evaluar la influencia de la quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) malteada y sin maltear en las características fisicoquímicas, proximal y capacidad antioxidante de una bebida funcional a partir de papayita andina (*Carica pubescens*) y se pretende promover el consumo de la fruta nativa que se producen en la selva Puneña y el grano de quinua previo malteado con el fin de aprovechar su valor nutricional y funcional generando nuevas alternativas de industrialización de dichas materias primas.

- ¿Cuáles son los efectos de la adición de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) malteada y sin maltear en las características fisicoquímicas de una bebida funcional a partir de papayita andina?
- ¿Cuál es la composición proximal y capacidad antioxidante de la bebida funcional con adecuadas características fisicoquímicas obtenidas con quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) malteada y sin maltear?

- ¿Cómo influyo la quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) malteada y sin maltear en la aceptabilidad sensorial de la bebida funcional a partir de papayita andina?

1.2. OBJETIVOS

1.2.1. Objetivos generales

- Evaluar la influencia de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) malteada y sin maltear en las características fisicoquímicas, proximal y capacidad antioxidante de una bebida funcional a partir de papayita andina (*Carica pubescens*).

1.2.2. Objetivo específico

- Determinar el efecto de la adición de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) malteada y sin maltear en las características fisicoquímicas de la bebida funcional a partir de papayita andina
- Analizar la composición proximal y capacidad antioxidante de la bebida funcional con adecuadas características fisicoquímicas obtenidas con quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) malteada y sin maltear
- Evaluar la influencia de la quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) malteada y sin maltear en la aceptabilidad sensorial de la bebida funcional a partir de papayita andina

1.3. JUSTIFICACIÓN

El departamento de Puno se establece como uno de los principales centros productivos de quinua a nivel nacional, registrando una cosecha aproximada de 68,000 toneladas (MIDRAGRI, 2024). Esta producción es llevada a cabo principalmente por pequeños y medianos agricultores, ya sea de manera individual o a través de organizaciones asociativas. Por otro lado, la producción de papayita andina en la selva de Puno alcanzo aproximadamente 5.000 toneladas en el mismo año. Esta producción agrícola constituye una oportunidad estratégica para la elaboración de productos innovadores, incluyendo bebidas, néctares y mermeladas, mediante la integración de granos andinos con frutas nativas.

Diversas investigaciones han evidenciado que especies andinas como la quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) y la papaya andina (*Carica pubescens*), también conocida como papayita andina, se caracteriza por su elevado contenido de capacidad antioxidante, evaluado mediante el método DPPH, registrando un valor de 1936 ± 228 μg equivalente Trolox/g de muestra. Además, exhiben

una considerable concentración de compuestos fenólicos, alcanzando 167 mg de equivalente ácido gálico/g de fruto, en comparación con otras frutas estudiadas (Ritva Repo de Carrasco & Encina, 2008). En cuanto a la quinua malteada, se ha observado que el proceso de malteado incrementa la proporción de proteínas disponibles en aproximadamente un 10% en comparación con la quinua sin maltear (Forero *et al.*, 2016). Asimismo, la malta de quinua mejora la disponibilidad de nutrientes y aumenta la solubilidad del hierro bajo condiciones fisiológicas, logrando un incremento de 2 a 4 veces (Valencia *et al.*, 1991). El proceso de malteado, que incluye la germinación y el tostado de la quinua, favorece no solo el aumento de sus características nutricionales, sino también el desarrollo de aroma y sabor característicos del grano, siendo la finalidad de la germinación activar las enzimas que transforman los almidones en azúcares más simples (Quenta & Verapinto, 2017).

La formulación de productos alimentarios innovadores a base de granos andinos, especialmente la quinua, y frutas nativas, como la papayita andina, en la región de Puno, se ha establecido como una de las metas prioritarias de la industria alimentaria. Este planteamiento no solamente busca optimizar los recursos naturales regionales, sino también fomentar una constante innovación en la elaboración de productos que respondan a las nuevas exigencias del mercado. La creciente concientización de los consumidores sobre la importancia de una alimentación saludable y equilibrada ha impulsado esta tendencia hacia productos que, además de ser nutritivos, ofrezcan beneficios para la salud.

Por tanto, la presente investigación busca elaborar una bebida funcional a partir de papayita andina con adición de la harina quinua malteada y harina de quinua sin maltear, incorporando además Stevia como edulcorante debido a sus beneficios, ya que contiene compuestos fenólicos que le confieren propiedades antioxidantes y anticancerígenas (Salvador-Reyes *et al.*, 2014). La stevia se utiliza como un componente constante en la formulación. De esta manera, se busca promover el consumo de estos frutos nativos y el grano andino de quinua, aprovechando sus propiedades nutritivas y mejorando las características organolépticas de la bebida.

CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. ANTECEDENTES

Después de una revisión exhaustiva múltiples estudios de investigación vinculados con el presente trabajo, se identificaron antecedentes relevantes en investigaciones previas, tales como:

2.1.1. Internacionales

Aguilar *et al.* (2019) investigaron las ventajas nutricionales que pueden obtener al exponer los ranos de quinua a un proceso de malteado. Para este estudio, evaluaron tres variedades de quinua: “Negra Collana”, “INIA Salcedo” y “Pasankalla-Roja”. El proceso de malteado consistió en etapas de hidratación (4 horas a 25°C), germinación (48 horas a 25°C) y secado (24 horas a 55°C). Evaluaron tanto los granos malteados como los no malteados donde se determinó los siguientes parámetros: compuestos fenólicos, flavonoides, capacidad antioxidante, ácido ascórbico, azúcares reductores, proteínas, grasa y ceniza. Los resultados evidenciaron que el procedimiento de malteado modificó de manera significativa las propiedades nutricionales, capacidad antioxidante, compuestos fenólicos y azúcares reductores en las tres variedades de quinua. Sin embargo, el contenido de ceniza, proteína y grasas se redujo debido al metabolismo durante la germinación proceso de malteado alteró de manera significativa las propiedades nutricionales, capacidad antioxidante, flavonoides, compuestos fenólicos y azúcares reductores en las tres variedades de quinua. Sin embargo, el contenido de ceniza, proteínas y grasas se redujo debido al metabolismo durante la germinación, con la excepción de la variedad Negra Collana, en el cual el contenido de proteínas se incrementó tras el proceso de malteado. En donde concluyeron que únicamente las variedades Negra Collana puede ser fuente de proteína y minerales, mientras que Pasankalla Roja ofrece los compuestos bioactivos y azúcares

reductores, lo que las convierte en ingredientes prometedores para el desarrollo de nuevos productos innovadores.

En su estudio, Leguía (2018) tuvo como propósito principal analizar y contrastar el nivel de elementos fenólicos, antioxidante y concentración proteica en tres variedades de quinua germinada: Salcedo INIA, Pasankalla y Negra Collana. La metodología de germinación se ejecutó durante 24 y 48 horas, complementada con un proceso de secado a 55 °C por 10 horas. Los hallazgos revelaron que la concentración proteica en quinua sin germinar (día 0) alcanzó 15.61 por ciento, mientras que en estado germinado (día 1) registró 15.70 por ciento, y en el segundo día de germinación presentó 16.13 por ciento en la variedad Negra Collana. Respecto a los elementos fenólicos, Salcedo INIA mostró 30.88 mg de equivalentes de ácido gálico (AGE)/100 g b.s, Pasankalla 41.77 mg AGE/100 g b.s. y Negra Collana 40.33 mg AGE/100 g b.s. La evaluación del potencial antioxidante mediante el método DPPH, expresada en μmol de equivalentes de Trolox (TE) por gramo de base seca, registró 5.48 μmol TE/g b.s. en Salcedo INIA, 6.48 μmol TE/g b.s. en Pasankalla, y 5.31 μmol TE/g b.s. en Negra Collana. La investigación estableció que el tratamiento de germinación incrementa significativamente el nivel de proteínas, compuestos fenólicos y potencial antioxidante en todas las variedades estudiadas de quinua. Sin embargo, cada variedad mostró características distintivas en sus beneficios nutricionales: Negra Collana se distinguió por su elevado nivel proteico, mientras pasankalla evidenció los mayores niveles de elementos fenólicos y potencial antioxidante. Estos hallazgos sugieren que la germinación representa una estrategia efectiva para potenciar el valor nutricional y funcional de quinua, permitiendo además optimizar sus características según las variedades específicas.

Carciochi *et al.* (2016) desarrollaron una investigación para evaluar el impacto del malteado sobre el potencial antioxidante de las semillas de quinua. Las condiciones experimentales para la germinación se establecieron a 23 °C durante 72 horas. Posteriormente, se aplicó un tratamiento térmico a la quinua germinada a temperaturas de 100 a 190 °C. Los resultados evidenciaron diferencias significativas ($p < 0.05$) entre las muestras evaluadas: la quinua sin procesar mostró un valor de 13.61 $\mu\text{molTE}/100$ g, mientras que la quinua germinada alcanzó 27.39 $\mu\text{molTE}/100$ g. Las muestras sometidas a malteado, que incluyeron una germinación de 72 horas seguida de tratamiento térmico a 100 °C y 145 °C, presentaron valores de 40.68 y 70.75

$\mu\text{molTE}/100\text{ g}$, respectivamente, demostrando un incremento de hasta cinco veces en comparación con el valor inicial de la quinua sin procesar, particularmente en las muestras tratadas térmicamente a $145\text{ }^{\circ}\text{C}$ durante 30 minutos. Por el contrario, el tratamiento térmico a 190°C durante el mismo período resultó en una disminución significativa del potencial antioxidante, con un valor de $53.04\ \mu\text{molTE}/100\text{ g}$. Estos resultados indican que el malteado combinado con un tratamiento térmico moderado constituye un proceso efectivo para enriquecer los compuestos antioxidantes en la quinua, lo que sugiere su potencial como ingrediente funcional en la industria alimentaria y de bebidas.

Casas *et al.* (2016), ejecutaron un estudio cuyo propósito fue evaluar el “Efecto del proceso de malteado en calidad y estabilidad de una bebida de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) y mango (*Mangifera indica*). El diseño experimental se desarrolló en dos etapas. En la fase inicial, se evaluaron tres formulaciones con diferentes proporciones de quinua y mango (28.5:71.5, 37.1:62.9 y 42.8:57.2), empleando quinua malteada y sin maltear. En esta etapa, se analizaron parámetros fundamentales de la bebida, incluyendo pH, porcentaje de acidez, $^{\circ}\text{Brix}$, color, concentración de proteínas, y se ejecutó una evaluación sensorial para determinar la aceptabilidad de sabor y apariencia por parte de los consumidores. En la segunda etapa, se analizó la estabilidad de la formulación más exitosa, correspondiente a la combinación con proporción de quinua y mango 42.8:57.2, conservándola durante 20 días a una temperatura de $4\text{ }^{\circ}\text{C}$. Los hallazgos de la primera etapa revelaron que el tratamiento de malteado optimizó la calidad sensorial de la bebida, particularmente en aspectos de sabor y color, y que la formulación con mayor proporción de quinua (42.8:57.2) exhibió la menor variabilidad en los parámetros evaluados, siendo por tanto seleccionada para la fase de estabilidad. En esta segunda etapa, se constató que la bebida mantuvo sus propiedades organolépticas y fisicoquímicas estables durante el periodo de almacenamiento de 20 días. Concluyeron que la formulación de una bebida a base de quinua malteada y mango puede constituir una alternativa innovadora para fomentar el consumo de quinua, al mismo tiempo que se ofrece un producto con mayor valor nutricional y una estabilidad adecuada para el mercado de bebidas saludables.

Pilco-Quesada *et al.* (2020) en su investigación titulada “Elaboración de una bebida a base de granos andinos: Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) y Kiwicha (*Amaranthus caudatus*)”. Evaluaron cómo la germinación y el malteado afecta los compuestos fenólicos, capacidad antioxidante y la composición nutricional en quinoa Chullpi y Kiwicha Oscar Blanco. La germinación se realizó a 22°C durante periodos de 24, 48 y 72 horas, y el horneado (malteado) se llevó a cabo a 90°C durante 72 horas, incrementando en ambos casos el contenido de proteína de las muestras. Además, analizaron dos formulaciones de bebidas: una mediante malteado (72h) y otra utilizando con enzimas (alfa amilasa, amiloglicosidasa y papaína). Ambas formulaciones mostraron una composición proximal interesante desde el punto de vista nutricional, con un alto contenido de proteínas. Las dos bebidas con mayor contenido de proteínas fueron: la bebida con tratamiento enzimático compuesta por 50 por ciento de quinoa y 50 por ciento de kiwicha, con un total de 5.02 g/100ml de proteína y la bebida malteada con 100 por ciento kiwicha con 8.11g/100ml de proteínas. En la evaluación sensorial, los resultados confirmaron que los métodos descriptivos rápidos como el CATA, son adecuados para percibir diferencias o similitudes entre los productos, siendo una herramienta útil para comprender las percepciones de los consumidores. Los investigadores concluyeron que estos procesos pueden mejorar la calidad nutricional de los granos andinos, promoviendo su uso como ingredientes en productos funcionales.

En una investigación, Soares *et al.* (2024) llevaron a cabo un estudio exhaustivo sobre las propiedades reológicas del néctar de maracuyá (*Passiflora edulis*) adicionado con mucílago de chía (*Salvia hispanica* L.), evaluando su comportamiento a diferentes temperaturas (10°C y 25°C). La caracterización se realizó utilizando un reómetro rotacional de cilindros concéntricos, aplicando un rango de gradiente de velocidad de corte ($\dot{\gamma}$) entre 0.1 a 300 s⁻¹. Con base en las propiedades reológicas observadas, se clasificaron los fluidos en categorías como: Newtonianos ($\tau_0=0$, $n=1$), Pseudoplásticos ($\tau_0=0$, $n<1$), Dilatantes ($\tau_0=0$, $n>1$), Plásticos de Bingham ($\tau_0\neq 0$, $n=1$) y Herschel-Bulkley ($\tau_0\neq 0$, $n<1$). Los resultados evidenciaron que las muestras con una concentración de mucilago del 0.2% presentaron un comportamiento característico de un fluido Plástico de Bingham ($n=1$), en el que la relación entre esfuerzo cortante y tasa de deformación es lineal a partir de un umbral mínimo de tensión. Por otro lado, las formulaciones con mayor concentración de mucilago manifestaron un comportamiento propio del modelo Herschel-Bulkley ($n<1$), donde se evidenció que el índice de comportamiento de flujo (n) disminuye a

medida que aumenta la concentración de mucilago. Asimismo, se observó un comportamiento pseudoplástico, reflejado en la tendencia de la viscosidad a reducir con el aumento de la velocidad de cizallamiento. Al evaluar la viscosidad aparente a una velocidad de 100 s^{-1} , se encontró una correlación positiva con la concentración de mucilago y una relación inversa con la temperatura. Los valores obtenidos para la viscosidad oscilaron entre 6.720 y 31.23 $\text{mPa}\cdot\text{s}$ a 10°C , y entre 4.66 y 24.99 $\text{mPa}\cdot\text{s}$ a 25°C .

2.1.2. Nacionales

Bendezú (2018) Investigó el “Efecto de la germinación de tres variedades de quinua: Roja (INIA-415 Pasankalla), Negra (INIA 420-Negra Collana) y Blanca (Salcedo INIA) en la formulación y elaboración de una bebida funcional con capacidad antioxidante”. Utilizó un diseño de mezcla obteniendo diez tratamientos. Los resultados finales de aceptabilidad y capacidad antioxidante se ingresaron en el programa de diseño de mezcla, determinando que la formulación óptima consistía en 81,67 por ciento de quinua negra germinada y 18,33 por ciento de quinua blanca germinada. Además, se utilizó un análisis proximal del tratamiento optimizado, obteniendo una bebida de quinua germinada con 67,44 calorías por una proporción de 200g y con 1.93 por ciento de proteínas por cada 100g de bebida. La germinación de la materia prima en la bebida permitió un aumento de la proteína hasta de 29 por ciento debido a que durante este proceso ocurre una movilización activa de reservas como las proteínas, carbohidratos, lípidos fosfatos y ácidos nucleicos. La capacidad antioxidante a cada tratamiento usando el método ABTS obteniendo 15.91 y 21.60 $\mu\text{mol ET/ml}$ para el tratamiento con menor y mayor capacidad antioxidante respectivamente. Concluyo que existe un impacto en la germinación de las tres variedades de quinua y en su posterior formulación en la obtención de una bebida artificiales presentes en el mercado peruano.

Gómez (2018) desarrolló una investigación con la finalidad de analizar y contrastar las características fisicoquímicas y organolépticas de una bebida elaborada a base de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.), particularmente empleando las variedades Pasankalla y Negra Collana bajo proceso malteada y sin maltear. La investigación se enfocó en determinar de qué manera el proceso de malteado puede alterar las propiedades fisicoquímicas, composición proximal y las características sensoriales (color, olor, sabor, consistencia y apariencia general). Los hallazgos conseguidos evidenciaron que las bebidas con quinua malteada, tanto en la

variedad Pasankalla (T21) como en la variedad Negra Collana (T22), presentaron un resultado significativamente superior en las propiedades fisicoquímicas al ser contrastadas con las versiones sin maltear de ambas variedades (T11 y T12). Este incremento en el análisis proximal se atribuyó a los cambios inducidos por el malteado, proceso que facilita el desarrollo de compuestos que mejoran la estabilidad y las características organolépticas de las bebidas. Estos hallazgos indican que el malteado representa un procedimiento beneficioso para mejorar la calidad y la aceptabilidad de las bebidas de quinua.

Leon (2019) desarrolló una investigación denominada “el efecto del germinado y malteado del grano de cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) variedad Cupi en la elaboración de una bebida vegetal con arroz integral”. Esta investigación se enfocó en determinar como el procesamiento de germinado y malteado influye en las características nutricionales y antioxidante de la cañihua al ser incorporada en bebidas vegetales. Para ello, se empleó harina de cañihua germinada y malteada, sometiéndola a tiempos de procesamiento de 48, 72 y 96 horas. El análisis de las muestras incluyó la evaluación de la composición proximal, abarcando el porcentaje de lípidos, proteínas, humedad y cenizas, además de la cuantificación de compuestos fenólicos y la capacidad antioxidante empleando el método DPPH. Se complementó con un análisis sensorial mediante la metodología CATA para identificar los atributos sensoriales más relevantes y su aceptación entre los consumidores. Los resultados indicaron que, al aumentar el tiempo de germinado, el contenido de proteínas se incrementa, mejorando su perfil proteico. Por otro lado, el proceso de malteado favoreció un aumento en los compuestos fenólicos y en la capacidad antioxidante del grano, lo que sugiere una mejora en sus propiedades funcionales. Estos cambios mostraron diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.05$) en todos los tratamientos realizados, lo que respalda la eficacia de estos procesos para optimizar el valor nutricional y antioxidante del grano de cañihua.

Caballero y Paredes (2017) ejecutaron un estudio orientado en la formulación y evaluación de un néctar elaborado a base de guanábana y quinua, endulzado con Stevia, con la finalidad de desarrollar una bebida nutritiva y de elevada aceptabilidad sensoria. El estudio desarrolló seis formulaciones de néctar, donde se modificaron tanto el procesamiento de la quinua tostada y sin tostar como las cantidades de pulpa de guanábana, empleando relaciones de 80:20, 85:15 y 90:10. Para establecer el perfil nutricional de los componentes principales, caracterizó la pulpa

de guanábana, que mostró un contenido de 84.98 por ciento de humedad y 1.03 por ciento de proteína. En cuanto a la quinua, se distinguió por su significativo aporte proteico 11.80 por ciento y un considerable contenido de carbohidratos de 69.34 por ciento, lo que confirmó su elevado valor nutricional como componente en la formulación de la bebida. Se realizó una evaluación sensorial de las diferentes formulaciones para identificar la combinación con mayor aceptación entre los evaluadores, considerando características como el sabor, aroma y textura de la bebida. Los hallazgos mostraron que la mezcla que incluía 80% de pulpa de guanábana y 20% de quinua tostada obtuvo la mayor aceptabilidad entre los evaluadores. Esto indica que la quinua tostada genera un impacto favorable en las características sensoriales del néctar, potenciando su sabor y optimizando la percepción general del producto, particularmente cuando se combina con Stevia como edulcorante.

2.1.3. Regionales

Valeriano (2022) desarrolló una investigación acerca del “Efecto de la sustitución parcial de sachá tomate (*Mangifera indica*) y chía molida (*Salvia hispánica*) en la capacidad antioxidante de un néctar a base de sachatomate (*Cyphomandra betacea*)”. En este estudio se elaboraron quince composiciones con diferentes cantidades de sachá tomate y chía molida, buscando evaluar los efectos de estas combinaciones en la capacidad antioxidante del néctar final. Los resultados indicaron que la muestra número 12 alcanzó el valor óptimo de capacidad antioxidante, con un valor de 104 Trolox CI_{50} umol/100ml según el método DPPH, y de 187.4 Trolox CI_{50} umol/100ml según el método ABTS. Cabe destacar que, en estos métodos, los valores más bajos corresponden a una mayor capacidad antioxidante. Respecto a la composición proximal, la muestra 12 también sobresalió por sus propiedades nutricionales: 87.45 por ciento de humedad, 0.32 por ciento de cenizas, 0.09 por ciento de fibra bruta, 0.10 por ciento de grasa, 0.45 por ciento de proteínas y 11.59 por ciento de carbohidratos. Estos hallazgos establecen a esta composición como la más adecuada tanto por su capacidad antioxidante como por su composición nutricional equilibrada. Concluyó que la investigación demostró diferencias significativas ($p < 0.05$) en la capacidad antioxidante de las formulaciones, lo cual indica que la sustitución parcial de sachá tomate y chía molida tiene un impacto relevante en las propiedades funcionales del néctar.

En la investigación desarrollada por Mamani (2021), investigo sobre "El efecto del tiempo de germinación de tres variedades de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) sobre el contenido de proteína, digestibilidad *in vitro*, ácido ascórbico y evaluación sensorial". El estudio se estructuró en dos etapas: en la primera, se ejecutó un proceso de germinación empleando granos de quinua que fueron previamente seleccionados y limpiados. Estos se germinaron en condiciones controladas, con una humedad de 40 a 45 % y una temperatura de 22 °C. Las variables estudiadas incluyeron las variedades de quinua (Blanca de Juli, Salcedo INIA y Negra Collana) y el tiempo de germinación (1, 2, 3, 4 y 5 días), evaluando el contenido de proteína y ácido ascórbico. En la segunda etapa, se elaboró una bebida tipo néctar empleando harina de quinua, tanto germinada como no germinada. Los resultados señalaron que la variedad de quinua no ejerció significativa en el contenido de proteínas tampoco en el ácido ascórbico, mientras que el tiempo de germinación sí influyó de manera independiente en el contenido proteico, evidenciando un incremento significativo a los tres días en todas las variedades. Por otro lado, los resultados de la bebida indicaron que tanto las variedades de quinua como la harina de quinua germinada o no germinada afectaron la digestibilidad proteica *in vitro* y la aceptabilidad sensorial. En conclusión, el tiempo de germinación (3 días) tuvo un impacto positivo sobre el contenido de proteínas y la elaboración de bebidas a base de la harina de quinua germinada contribuyó a mejorar su valor nutricional, no solo por el aumento de proteínas, sino también por la mejora en las características sensoriales de la bebida.

2.2. QUINUA

La quinua constituye un pseudocereal herbáceo anual dicotiledóneo con amplia distribución geográfica global, que muestra características distintivas en morfología, color y adaptación según los ecosistemas agrícolas donde se desarrolla (Bendezú, 2018). Históricamente, previo a la colonización europea, este cultivo gozó de máxima importancia en Sudamérica, siendo considerado sagrado y llamado "chisaya mama" por los incas en idioma quechua. Sin embargo, después de la conquista española de 1532, su cultivo declinó significativamente, limitándose a las zonas rurales alto andinas habitadas por comunidades quechuas y aymaras (Abugoch, 2009).

De acuerdo con los hallazgos de Mujica y Jacobsen (2006), las dimensiones de las semillas de este pseudocereal fluctúan entre 1,5 a 2,6 mm de diámetro, diferenciándose por variedad, ecotipo y tonalidad. Sus propiedades más sobresalientes comprenden su capacidad germinativa

acelerada, contenido de saponina en la cubierta seminal y excepcional perfil proteico tanto cualitativo como cuantitativo (Tapia *et al.*, 1990).

La FAO ha catalogado 13 cultivares comerciales de quinua en territorio peruano, incluyendo INIA 431-Altiplano, INIA 420-Negra Collana, INIA 415-Pasankalla, INIA 427-Amarilla Sacaca, Salcedo INIA, Blanca de Junín, Illpa INIA, Quillahuaman INIA, Amarilla Marangani, Kankolla, Hualhuas y Huancayo. Los mercados globales y domésticos muestran preferencia por cultivares de granos voluminosos y tonalidades claras (Mujica & Jacobsen, 2006). En el contexto peruano, este cereal andino se caracteriza por su diversa gama cromática que abarca tonos amarillos, crema, negros, rojizos y blancos (Xu *et al.*, 2019).

2.2.1. Clasificación botánica y taxonomía de la quinua

La quinua (*Chenopodiaceae*) es una planta andina cuya altura varía entre 0,5 y 3 metros, según el genotipo y las condiciones del entorno. Su alto valor nutricional está asociado a la diversidad de colores de sus granos (IICA, 2015). De acuerdo con Apaza *et al.* (2013), su clasificación taxonómica ha sido claramente definida.

Reino: *Vegetal*

División: *Fanerógama*

Clase: *Dicotiledóneae*

Sub clase: *Angiospermas*

Orden: *Centrospermales*

Familia: *Chenopodiaceae*

Género: *Chenopodium*

Sección: *Chenopodia*

Subsección: *Cellulata*

Especie: *Chenopodium quinoa Willdenow*

2.2.2. Variedades de la quinua

Según la FAO (1998), Perú cuenta con ocho bancos de germoplasma para conservar la diversidad genética de la quinua, acumulando 6302 accesiones. Las principales instituciones que concentran este material son la Universidad Nacional Agraria La Molina, la Universidad Nacional del Altiplano y el INIA en Puno. Apaza *et al.* (2013) identificaron 21 variedades

comerciales en el país, siendo el Altiplano y los valles interandinos las principales zonas productoras, con variedades destacadas como la INIA 420 Negra Collana.

2.2.3. Variedad INIA 420 - Negra Collana

La quinua Negra Collana presenta buena adaptación a la zona agroecológica Suni del altiplano, ubicada entre los 3800 y 3900 m s.n.m., donde predominan condiciones climáticas frías y secas, con precipitaciones anuales entre 400 y 550 mm y temperaturas que varían de 4 a 15 °C. Esta variedad crece en suelos franco y francos arenosos, con un rango de pH entre 5,5 y 8,0. Su desarrollo se realizó en la comunidad de Collana-Cabana, provincia de San Román (Puno), como parte del programa de cultivos andinos del INIA (2013). A pesar del tamaño reducido de sus granos, se distingue por su elevado contenido proteico y la presencia de litio, conocido por su efecto antidepresivo (UNESCO, 2016). Asimismo, se clasifica como una variedad dulce por su bajo nivel de saponinas.



Figura 1: Quinua INIA-420 Negra Collana

FUENTE: Campos-Rodríguez *et al.* (2022)

2.2.4. Procesos principales de malteado

El malteado es una técnica que transforma el grano mediante la activación biológica de sus componentes, principalmente a través de la germinación. Durante esta fase, se desencadena la síntesis y actividad de enzimas que movilizan reservas como almidones y proteínas, generando la energía necesaria para el desarrollo del embrión (Hough, 1990). El remojo activa enzimas

intracelulares que hidrolizan los nutrientes almacenados, iniciando así la germinación, lo que provoca numerosos cambios fisiológicos y la formación de biomoléculas en los granos (Aguilar *et al.*, 2019). Estos cambios incluyen la descomposición de carbohidratos complejos en azúcares reductores y la reducción de compuestos anti nutrientes y la mejora de la biodisponibilidad del almidón y las proteínas. Además, se observa un incremento en compuestos bioactivos como los polifenoles y antioxidantes, Todo este proceso depende del tiempo y las condiciones de germinación (Alvarez-Jubete *et al.*, 2010). Una vez concluida esta fase, los granos se someten a secado para detener la germinación y favorecer el desarrollo de compuestos aromáticos y de sabor a través de reacciones de Maillard. Opcionalmente, los granos pueden hornearse o tostarse para mejorar aún más su sabor. Diversos estudios han sugerido que la germinación y el malteado son técnicas efectivas para aumentar la capacidad antioxidante (Alvarez-Jubete *et al.*, 2010 y Pilco-Quesada *et al.*, 2020).

El proceso completo se estructura en tres etapas: imbibición (remojo), germinación y secado.

a. Remojo

Previo al proceso de germinación, es fundamental realizar un tamizado y limpieza adecuada de los granos para eliminar impurezas. Para lograr una germinación eficiente, se requiere que las semillas presenten un contenido elevado de proteínas, ya que esto favorece una mayor captación de agua. Durante esta etapa, los granos absorben humedad, se expanden y pueden incrementar su peso entre un 35 % y 55 %, debido a la rehidratación de los compuestos de reserva. Esta absorción de agua no solo permite la activación de coloides y enzimas, sino que también hace permeable la estructura del almidón, facilitando su descomposición (Pilco, 2021). De acuerdo con Barceló *et al.* (2001), el proceso de imbibición se desarrolla en tres fases: inicialmente ocurre una hidratación rápida, donde se activan los metabolitos de bajo peso molecular; luego sigue una etapa de estabilidad, durante la cual inicia el crecimiento de la radícula, aunque la absorción de agua puede disminuir o detenerse momentáneamente; y finalmente, en la fase de crecimiento activo, la radícula continúa su desarrollo mientras se reanuda la absorción de agua.

b. Germinación

La germinación desencadena reacciones catabólicas clave desde la fase de remojo, promoviendo la ruptura de compuestos complejos en formas más simples como azúcares, aminoácidos y ATP, fundamentales para el inicio del metabolismo embrionario (Pilco, 2021). Esta técnica, ampliamente aplicada en granos andinos como la quinua, mejora la asimilación de proteínas y carbohidratos, eleva el contenido de compuestos fenólicos, facilita la absorción de minerales y disminuye compuestos considerados antinutrientes (Gan *et al.*, 2017). Aunque la quinua contiene elementos como saponinas, ácido fítico, taninos, oxalatos e inhibidores enzimáticos, estos se encuentran en cantidades reducidas y tienden a disminuir durante la germinación (Bhinder *et al.*, 2021).

El proceso se desarrolla en tres fases secuenciales: la primera corresponde a una rápida absorción de agua y activación fisiológica; la segunda es una etapa de transición en la que surge la radícula y se estabiliza el contenido de agua; y la tercera implica una nueva captación hídrica que impulsa el desarrollo de la plántula. La duración de estas etapas varía según la especie y las condiciones ambientales (Bewley *et al.*, 2013).

La germinación ofrece una ventaja significativa al transformar las macromoléculas presentes en las semillas comestibles en compuestos de menor tamaño, los cuales el organismo puede absorber de forma más eficiente. Además, este proceso contribuye a la disminución de factores anti nutrientes y mejora la digestibilidad de las proteínas (Sánchez-García *et al.*, 2023). El grano germinado puede desempeñar un papel como excipiente funcional en el desarrollo de alimentos funcionales, así como en alimentos fortificados destinados a la nutrición de niños con desnutrición (Badia-Olmos *et al.*, 2024).

c. Secado

El propósito de esta etapa es detener definitivamente el proceso germinativo y disminuir el contenido de humedad en los granos. Para ello, se recomienda iniciar con un secado a temperaturas moderadas (entre 40 y 60 °C), lo cual permite regular la humedad sin comprometer la integridad de las enzimas activas. Posteriormente, se aplica una fase de secado más intensa, elevando la temperatura a un rango de 80 a 90 °C, con el fin de eliminar el remanente de agua, logrando una reducción de entre el 5 y el 8% con temperatura de 80 a 90°C. Un secado más lento tiende a aumentar la aromaticidad de los granos malteados (Kent & Evers, 1994).

2.2.5. Composición nutricional y capacidad antioxidante de la quinua sin maltear y quinua malteada

El malteado es un proceso tecnológico de procesamiento alimentario que mejora notablemente las propiedades nutricionales y funcionales de diversos granos (Chavan & Kadam, 1989). Según Atwell *et al.* (1988), observaron que tras 36 horas de malteado, la actividad de la enzima α -amilasa se incrementó hasta cuatro veces. Además, según Valencia *et al.* (1991) la malta obtenida a partir de quinua presentó una mayor disponibilidad de nutrientes y un incremento significativo entre dos y cuatro veces. Por otro lado Quenta y Verapinto (2017) explican que el proceso de malteado de quinua involucra tanto la germinación como el tostado donde favorece el incremento de las características nutricionales y también permite que el grano desarrolle aroma y sabor característico, la finalidad de la germinación es el desarrollo de la actividad enzimática que transformaran los almidones a azúcares más simples.

La quinua se utiliza ampliamente en la elaboración de productos como panes, galletas y bebidas con propiedades funcionales. En este contexto, Aguilar *et al.* (2019) propusieron el malteado como una alternativa tecnológica para obtener harina de quinua con mayor valor nutricional. Su estudio incluyó tres variedades: Negra Collana, Passankalla Roja e INIA Salcedo, aplicando un proceso que comprendió hidratación (4 horas a 25 °C), germinación (48 horas a 25°C) y secado (24 horas a 55 °C). Sin embargo, en el estudio de Choque y Neira (2017) analizaron el uso de harina de quinua de la variedad INIA 420 Negra Collana en la formulación de pan sin gluten, incorporando transglutaminasa e hidroxipropilmetilcelulosa como mejoradores tecnológicos. En otro estudio, Aviles (2019) evaluó el valor nutricional de galletas enriquecidas con harina de quinua negra germinada, comparando su composición proximal con la de quinua sin germinar.

Por su parte, Pilco-Quesada *et al.* (2020) desarrollaron una bebida funcional a partir de granos andinos, empleando dos formulaciones: una compuesta al 100 % por quinua malteada variedad Chullpi y otra con una mezcla al 50% de quinua malteada y kiwicha malteada, diluidas en una relación 1:7. Además, Bhinder *et al.* (2021) estudiaron cómo el tiempo de germinación influye en la composición proximal de la harina de quinua negra, comparando su forma cruda con la malteada.

Tabla 1: Composición proximal de la harina de quinua malteada y sin maltear.

| Componentes | Harina de quinua sin maltear | | | | Harina de quinua malteada | | |
|----------------------|----------------------------------|-----------------------------|------------------------------------|------------------|------------------------------------|---|------------------------------------|
| | Bhind <i>et al.</i> (2021) | Choque y Neira (2017) | Aguilar <i>et al.</i> (2019) | Aviles (2019) | Bhinder <i>et al.</i> (2021) | Pilco- Quesad a <i>et al.</i> (2020) | Aguilar <i>et al.</i> (2019) |
| Humedad (%) | 8,75 | 9,00 | - | 10,17 | 6,37 | 9,1 | - |
| Proteína (%) | 11,51 | 14,08 | 16,79 | 14,45 | 11,37 | 18,7 | 18,14 |
| Grasa (%) | - | 6,36 | 6,63 | 6,74 | - | 10,5 | 4,55 |
| Ceniza (%) | 3,91 | 2,34 | 2,89 | 2,64 | 3,77 | 3,6 | 2,75 |
| Carbohidratos (%) | - | 77,22 | - | 62,74 | - | 61,7 | - |

Capacidad antioxidante

A través del método DPPH, Tang *et al.* (2015) cuantificaron la actividad antioxidante de distintas variedades de quinua, obteniendo valores de 5,3; 8,9 y 11,1 $\mu\text{mol TE/g}$ para las variedades blanca, roja y negra, respectivamente. Por su parte, Carciochi *et al.* (2016) reportaron 13,61 $\mu\text{mol TE/100 g}$ en quinua cruda, mientras que en muestras malteadas los valores aumentaron considerablemente, alcanzando 27,39; 40,68; 70,75 y 53,04 $\mu\text{mol TE/100 g}$. Donde los parámetros para el proceso de malteado fueron 100, 145 y 190°C por un tiempo de 30 min haciendo uso la metodología de DPPH.

Tabla 2: Capacidad antioxidante de la quinua malteada y sin maltear.

| Capacidad antioxidante | Harina de quinua sin maltear | | | Harina de quinua malteada | |
|------------------------------|------------------------------|--------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|
| | Tang <i>et al.</i> (2015) | Carciochi <i>et al.</i> (2016) | Bhinder <i>et al.</i> (2021) | Bhinder <i>et al.</i> (2021) | Carciochi <i>et al.</i> (2016) |
| DPPH($\mu\text{mol TE/g}$) | 11,1 | 13,61 | 10,17 | 12,15 | 27,39 |

2.3. PAPAYITA ANDINA

La papayita andina (*Carica pudescens*), especie nativa de los Andes sudamericanos, prospera en altitudes que oscilan entre los 2000 y 3000 m.s.n.m., bajo climas caracterizados por altas precipitaciones y bajas temperaturas (Laily & Sugiyarto, 2012). Según Cornejo (2019), su desarrollo óptimo se da en suelos franco-arcillosos con abundante materia orgánica. Vega-Gálvez *et al.* (2007) destacan su notable resistencia a heladas leves y su adaptabilidad a periodos prolongados de sequía, alcanzando su pico productivo entre los meses de noviembre y febrero. El fruto presenta forma ovoide, con dimensiones que oscilan entre 6 y 15 cm de longitud y entre 3 y 8 cm de diámetro, y posee cinco costillas pronunciadas. Su pulpa, de color amarillo, es firme y representa aproximadamente el 46 % del peso total del fruto, con un contenido azucarado del 5 %. Uno de los atributos más relevantes de esta fruta es su elevada concentración de papaína. Además, en su estado de madurez, constituye una fuente de proteínas, carotenoides, polisacáridos y diversas vitaminas (Uribe *et al.*, 2015).

2.3.1. Clasificación botánica y taxonomía de la papayita andina

La papayita andina (*Carica pubescens*) es un fruto en forma de baya, que mide entre 15 cm, posee una pulpa jugosa de tonalidad amarilla. Tiene una forma ovalada con cinco costillas, y su centro es hueco, lleno de semillas envueltas en un tejido mucilaginoso (Hernández & León, 1992). Según Solano (2010), la papayita andina está clasificada de la siguiente forma:

Reino: Plantae

Sub Reino: Phanerogamae

División: Angiospermae

Clase: Dicotyledoneae

Sub clase: Archychlamydeae

Orden: Violales

Familia: CARICACEAE

Género: *Carica*

Especie: *C. pubescens* (Descrita por Linne
et Koch) “Papaya andina”

2.3.2. Composición proximal de la papayita andina

La papayita andina, se desarrolla en zonas altoandinas y en la ceja de selva del Perú. Diversos estudios han reportado valores similares en cuanto a su composición proximal (Concha *et al.*, 2002; Hernandez *et al.*, 2014; Laily & Sugiyarto, 2012). De acuerdo con el análisis realizado por Uribe *et al.* (2015), esta fruta presenta un contenido de agua del 91,6 %, seguido de 4,9 % de carbohidratos, 0,9 % de proteínas, 0,3 % de lípidos, 1,1 % de fibra cruda y 0,6 % de cenizas.

Por su parte, Asencio (2022) destaca que esta fruta constituye una fuente natural de compuestos bioactivos valiosos, como vitaminas, azúcares simples, sustancias gelificantes como la pectina, antioxidantes y flavonoides, los cuales contribuyen no solo al valor nutricional, sino también a su aroma y sabor característicos.

2.3.3. Área de distribución de la papayita andina

La papayita andina, según lo descrito por Chavez (2013), es una planta que se origina en las zonas altas de los Andes de Ecuador, Colombia, Bolivia y Perú, y se encuentra en diversos departamentos peruanos, entre ellos Arequipa, Apurímac, Cusco, Junín y Huánuco. Asimismo, su distribución se extiende desde Panamá hasta el sur de América, abarcando áreas montañosas de Chile y Argentina (Duque *et al.*, 2005). Vallenas (2013) precisa que, en territorio peruano, *Carica pubescens* se encuentra de manera silvestre en ciertas localidades de las provincias de Sandía y Carabaya. En climas templados sobre los 1.600 a los 2.800 m.s.n.m. Estas zonas agroecológicas, conocidas como “cejas de selva”, ofrecen condiciones óptimas para el crecimiento de esta fruta.

2.3.4. Producción y comercialización de la papayita andina

La implementación de la Cooperativa Agraria de Fruticultores de Sandía (COAFSA), impulsada por el Ministerio de la Producción, ha permitido integrar a los agricultores de papayita andina al mercado nacional, generando condiciones favorables para su futura inserción en el ámbito internacional. Actualmente, esta cadena productiva ofrece un volumen aproximado de 3000 toneladas por año. Como parte de la estrategia de expansión comercial, se prevé iniciar exportaciones hacia Chile y participar en reconocidas ferias internacionales del sector alimentario, tales como Fancy Food en Nueva York, Food and Beverage en Miami y SIAL en

París. Estas acciones buscan posicionar este fruto andino en nuevos mercados y potenciar su visibilidad a nivel global (Cornejo-Condori *et al.*, 2021).

2.4. STEVIA

La *Stevia rebaudiana Bertoni* es una especie herbácea de origen natural, cuyas hojas concentran glucósidos de esteviol, compuestos con un poder edulcorante notablemente alto (Pilco, 2020). Estos componentes pueden extraerse y transformarse en presentaciones líquidas o en polvo para su uso como endulzante sin aporte calórico, lo que permite su aplicación en alimentos y bebidas con bajo contenido energético (Chonata, 2020). La stevia es valorada por su intensidad de dulzor que puede superar hasta 300 veces la del azúcar común y por carecer de calorías. Además de su perfil sensorial agradable, es un producto natural, seguro, libre de sustancias químicas añadidas y con propiedades nutricionales destacables. Desde el enfoque de la salud, se le atribuyen efectos positivos sobre enfermedades metabólicas como la diabetes, la hipertensión y la obesidad, principalmente por su contenido en polifenoles. Asimismo, diversos estudios resaltan su capacidad antioxidante y su potencial actividad anticancerígena (Guillermo, 2019).

2.4.1. Valor nutricional y beneficios de la Stevia

Las hojas de *Stevia rebaudiana* destacan por su valioso contenido nutricional en estado natural, presentando aproximadamente 18,2% de proteínas, 4,77% de grasas, 10,77% de fibra, 7,83% de cenizas y un nivel de humedad del 8,46%. Además, cada 100 gramos de hoja seca aportan 275 kcal, lo que representa un aporte energético 31% menor que el de la sacarosa tradicional (Castro y Novoa, 2008) citado por (Bendezu, 2019). Existen varios estudios donde se ha comprobado que las hojas de la Stevia son más dulces que el azúcar (Albino, 2017). Los edulcorantes se emplean como reemplazo del azúcar en el manejo del sobrepeso y la diabetes, condiciones que pueden desencadenar diversas enfermedades, en especial de naturaleza crónica y degenerativa (Guillermo, 2019). En particular, la stevia no solo actúa como aditivo alimentario hipocalórico bajo en calorías, sino que también ha sido reconocida por su potencial uso terapéutico en personas con diabetes (Yong- heng *et al.*, 2014).

2.5. CAPACIDAD ANTIOXIDANTE

- **Antioxidante**

Los antioxidantes son sustancias capaces de prevenir o ralentizar las reacciones de oxidación, incluso cuando se encuentran en cantidades reducidas. Dentro de los antioxidantes de origen natural, se distinguen principalmente tres categorías: los compuestos fenólicos, entre los que destacan los tocoferoles y flavonoides; los compuestos con nitrógeno, como los alcaloides y los aminoácidos; y otros elementos bioactivos como los carotenoides y el ácido ascórbico (Rojas & Buitrago, 2019). Diversos estudios han analizado aspectos cruciales como los procesos de absorción, metabolismo y los factores que influyen en su biodisponibilidad. Entre estos factores se incluyen la solubilidad de cada compuesto, las características de la matriz alimentaria que los contiene, y las interacciones que pueden producirse entre distintos tipos de antioxidantes (Toydemir *et al.*, 2022).

Diversas investigaciones científicas, incluyendo estudios epidemiológicos, experimentos en modelos biológicos (*in vitro* e *in vivo*), han puesto en evidencia el efecto protector de los antioxidantes frente a diversas enfermedades relacionadas con el estrés oxidativo, al reducir o contrarrestar sus consecuencias nocivas (Apak, 2017). Del mismo modo, se ha establecido que una alimentación basada en un alto consumo de frutas y hortalizas puede disminuir significativamente los riesgos asociados a afecciones crónicas como las enfermedades cardiovasculares, la diabetes y ciertos tipos de cáncer, debido a la presencia de compuestos fenólicos con destacada acción antioxidante (Yahia, 2018).

- **Capacidad antioxidante**

Analizar la capacidad antioxidante de alimentos cumple dos funciones esenciales: permite predecir su potencial antioxidante *in vitro* previo al consumo y evalúa su resistencia contra procesos oxidativos que podrían deteriorar tanto su calidad como su valor nutricional (Sánchez-Moreno, 2002).

- **Método de evaluación de la capacidad antioxidante**

En la actualidad, se ha desarrollado un amplio espectro de procedimientos metodológicos estandarizados destinados a evaluar las propiedades antioxidantes, los cuales se fundamentan esencialmente en la medición de su capacidad para neutralizar especies reactivas de oxígeno.

Entre las técnicas más destacadas se encuentran aquellas que emplean diversos compuestos reactivos y protocolos de medición, sobresaliendo la aplicación del radical 2,2-difenil-1-picril hidrazilo (DPPH), el reactivo 2,2'-azinobis(3-etilbenzotiazolin)-6-sulfónico (ABTS), junto con las metodologías basadas en reacciones con óxido nítrico y el cloruro de N,N-Dimetil-p-fenilendiamina (DMPD). Paralelamente, se implementan aproximaciones técnicas fundamentadas en la producción y posterior neutralización de especies reactivas particulares, tales como el radical peróxilo, superóxido e hidroxilo.

La actividad antioxidante de los extractos obtenidos de frutas suele determinarse a través del ensayo de inhibición del radical libre DPPH, el cual se basa en medir la disminución de la absorbancia del reactivo. En este contexto, el valor IC50 conocido como concentración inhibitoria media indica la menor cantidad de muestra necesaria para reducir en un 50 % la presencia del radical DPPH. Es fundamental señalar que este parámetro guarda una relación inversa con la capacidad antioxidante: cuanto más bajo es el IC50, mayor es la eficacia antioxidante del extracto analizado (Kuskoski *et al.*, 2005).

2.6. BEBIDA FUNCIONAL

De acuerdo con Jiménez (2017), las bebidas funcionales se caracterizan por incorporar compuestos con efectos fisiológicos positivos que enriquecen su perfil nutricional y promueven beneficios adicionales para la salud del consumidor. Fernández (2018)) amplía esta definición al considerarlas alimentos de consumo inmediato que contienen uno o más ingredientes funcionales, capaces de contribuir al mantenimiento de la salud y de reducir la probabilidad de desarrollar enfermedades. En este sentido, (Managó, 2020) subraya que este tipo de bebidas no solo cumple una función hidratante, sino que también actúa como vehículo de nutrientes esenciales, incluyendo vitaminas, minerales, antioxidantes y otros compuestos bioactivos que favorecen el bienestar integral. Su formulación puede basarse en ingredientes naturales como hierbas, extractos vegetales y otros componentes funcionales de origen botánico (Ticsihua & Orejon, 2022).

Para investigar el concepto de alimentos funcionales desde una perspectiva científica, la Comisión Europea conformó un grupo especializado denominado Ciencia de Alimentos Funcionales en Europa. De acuerdo con Özen *et al.* (2014), esta comisión concluyó que un alimento solo puede ser considerado funcional únicamente si demuestra efectos positivos sobre

o más funciones fisiológicas del organismo, contribuyendo así a la mejora del estado general de salud. En el contexto estadounidense, la definición se centra en aquellos alimentos y sus componentes que proporcionan beneficios para la salud que van más allá del simple aporte nutricional (Serafini *et al.*, 2012). En Canadá, en cambio, se considera funcional todo alimento que forme parte de la dieta cotidiana y que ofrezca ventajas fisiológicas, además de ayudar a prevenir enfermedades crónicas, según lo expresado por Lau *et al.* (2012).

A pesar de su relevancia, los alimentos funcionales no tienen una definición ni clasificación clara. (Binns & Howlett, 2009) afirman que los aspectos relacionados con la funcionalidad, desde una perspectiva nutricional o sanitaria, deben cumplir ciertos requisitos básicos, como se establece en el Reglamento (CE) 1924/2006 sobre "Declaraciones nutricionales y de propiedades saludables en los alimentos" como se observa en el Anexo 10. (Corbo *et al.*, 2014) informan que una declaración nutricional implica reconocer que un alimento posee cualidades beneficiosas, expresadas mediante términos como "fuente de", "libre de" o "contenido reducido".

A nivel global, (Shori, 2016) clasifica las diferentes bebidas funcionales disponibles en el mercado en tres categorías:

- Bebidas a base de lácteos que contienen probióticos y bebidas enriquecidas con minerales.
- Bebidas de frutas y verduras.
- Bebidas deportivas y energética.

2.6.1. Características fisicoquímicas en bebidas

En la actualidad, se ha impulsado la creación de una amplia gama de productos alimenticios innovadores, entre los que destacan bebidas nutritivas y de agradable presentación, formuladas a base de frutas, granos andinos y edulcorantes de origen natural. Estos productos no solo sobresalen por su valor nutricional, sino también por su capacidad antioxidante. En su estudio, Cadena *et al.* (2013) evaluaron las propiedades fisicoquímicas de un néctar de mango elaborado con edulcorantes convencionales, resaltando la relevancia de promover patrones alimentarios saludables que mantengan un balance adecuado entre nutrientes y calorías. De manera complementaria, Barreto (2022) sostiene que las bebidas funcionales constituyen una alternativa

eficaz para favorecer la salud, mejorar la nutrición y reducir el riesgo de enfermedades. Por otro lado, Dutra y Bolini (2013) elaboraron un néctar de acerola utilizando tanto sacarosa como diversos edulcorantes, y señalaron a la stevia como un ingrediente particularmente atractivo para la industria alimentaria debido a su estabilidad térmica y su tolerancia a un amplio rango de pH.

Tabla 3: Características fisicoquímicas en bebidas.

| Referencia | pH | solidos solubles (^a Brix) | Acidez |
|-----------------------------|------|---------------------------------------|--------|
| Cadena <i>et al.</i> (2013) | 4.10 | 7.83 | 0.15 |
| Dutra y Bolini (2013) | 3.46 | 3.20 | 0.22 |
| Barreto (2022) | 3.66 | 7.06 | 0.38 |

- Reológica en fluidos alimentarios

La reología estudia el comportamiento de los alimentos durante el flujo, considerando su estado sólido, líquido o semilíquido. Debido a su estructura variable, los alimentos pueden seguir modelos de flujo newtoniano o no newtoniano (Díaz & Heredia, 2020). En jugos de frutas, el análisis reológico es esencial para el control de calidad, la aceptabilidad sensorial y el diseño de equipos en procesos industriales (Vitali & Rao, 1984).

Los fluidos newtonianos se distinguen por mantener una viscosidad constante, lo que significa que existe una proporción lineal y directa entre el esfuerzo cortante aplicado y la velocidad de deformación; esta relación se representa gráficamente como una línea recta que parte del origen en un reógrama (Villegas *et al.*, 2015). Los fluidos newtonianos son aquellos que tienen el comportamiento de un líquido como: aceite, leche fresca, refresco, jugos, miel y vino. Por otro lado, los fluidos no newtonianos contienen una fase dispersa dentro de una fase continua, como se observa en el chocolate, la mayonesa, las leches acidificadas, purés y concentrados alimenticios (Gómez, 2008). En contraste, los fluidos no newtonianos presentan una relación no lineal entre el esfuerzo y la velocidad de corte, o bien una línea que no inicia en el origen, lo cual indica que su viscosidad no es constante, sino que varía según la magnitud de la fuerza aplicada. Este tipo de fluido suele estar compuesto por una fase continua que contiene una fase dispersa, como sucede en productos complejos como la mayonesa, el chocolate, los purés, las leches fermentadas y ciertos concentrados alimenticios. Además, los fluidos no newtonianos

pueden clasificarse según si su comportamiento reológico depende o no del tiempo, lo que influye directamente en su respuesta frente a esfuerzos de cizallamiento (Villegas *et al.*, 2015).

Tabla 4: Características de flujo en alimentos.

| Tipo de flujo | Índice de consistencia | Índice de comportamiento al flujo | Umbral de fluencia | Ejemplo |
|----------------------|--------------------------------|--|---------------------------|---|
| Newtoniano | Viscosidad $K > 0$ | $n = 1$ | $\tau = 0$ | Zumos clarificados, aceite, leche, jarabes de pastelería. |
| Pseudoplastico | Viscosidad aparente $K > 0$ | $0 < n < 1$ | $\tau = 0$ | Zumos concentrados y purés de fruta, almidón. |
| Plástico de Bingham | Plasticidad constante $K > 0$ | $n = 1$ | $\tau > 0$ | Aderezos de ensalada, salsa de dulces de chocolate, keetchup. |
| Tipo mixto | Índice de consistencia $K > 0$ | $0 < n < 1$ | $\tau > 0$ | Mermelada, jalea. |
| Dilatante | Índice de consistencia $K > 0$ | $1 < n < \infty$ | $\tau = 0$ | Mantequilla de cacahuete, pasta de salchichas. |

FUENTE: Rha, C (1978) mencionado por Díaz y Heredia (2020)

- Índice de sedimentación

La sedimentación es un proceso originado por la diferencia de densidades entre las fases de un sistema, que genera la separación en capas con distintas propiedades. Su comportamiento varía según las características y concentración de las partículas, y puede clasificarse en distintos tipos, como la sedimentación de partículas discretas, floculadas o por caída libre (Lozano *et al.*, 2020).

La inestabilidad o separación de fases es un fenómeno que compromete de manera significativa la calidad comercial de las bebidas durante su periodo de almacenamiento. Este problema representa una barrera considerable para la industria alimentaria, ya que no solo puede acortar la vida útil del producto, sino también disminuir su aceptación entre los consumidores. Esta

situación es particularmente crítica en el diseño y desarrollo de productos que contienen partículas en suspensión (Shamsudin *et al.*, 2013).

La estabilidad de los sistemas dispersos depende en gran medida de cómo se distribuyen los tamaños de las partículas que los conforman. Cuando predominan partículas de mayor dimensión, es más probable que se produzca la precipitación de componentes insolubles, lo que promueve la sedimentación y, en consecuencia, compromete la estabilidad del sistema (Schramm, 2006). Además, según Genovese *et al.* (1997), señalan que las pulpas de frutas presentan una elevada concentración de polímeros insolubles, los cuales tienden a intensificar la inestabilidad física en las suspensiones. Este factor es particularmente relevante en sistemas de la industria alimentaria, ya que pueden conducir a la separación de fases, afectando la uniformidad y apariencia del producto durante el almacenamiento.

- **Color**

Se han desarrollado diversos alimentos y bebidas saludables, en los cuales la investigación alimentaria utiliza con frecuencia el espacio de color CIELab para determinar el color, ya que sus resultados se alinean con la percepción humana. En este sistema, el componente L* representa la luminosidad, con valores que van de 0 representa el negro absoluto y 100 el blanco total, la coordenada a* refleja matices que van del verde (valores negativos) al rojo (valores positivos), mientras que la coordenada b* abarca tonos desde el azul (negativo) hasta el amarillo (positivo) (Paredes *et al.*, 2022). Paralelamente, el uso de tecnologías basadas en imágenes digitales y su procedimiento ha emergido como una herramienta más dinámica y eficaz para cuantificar el color en productos alimentarios (León-Roque *et al.*, 2016; Costa *et al.*, 2015).

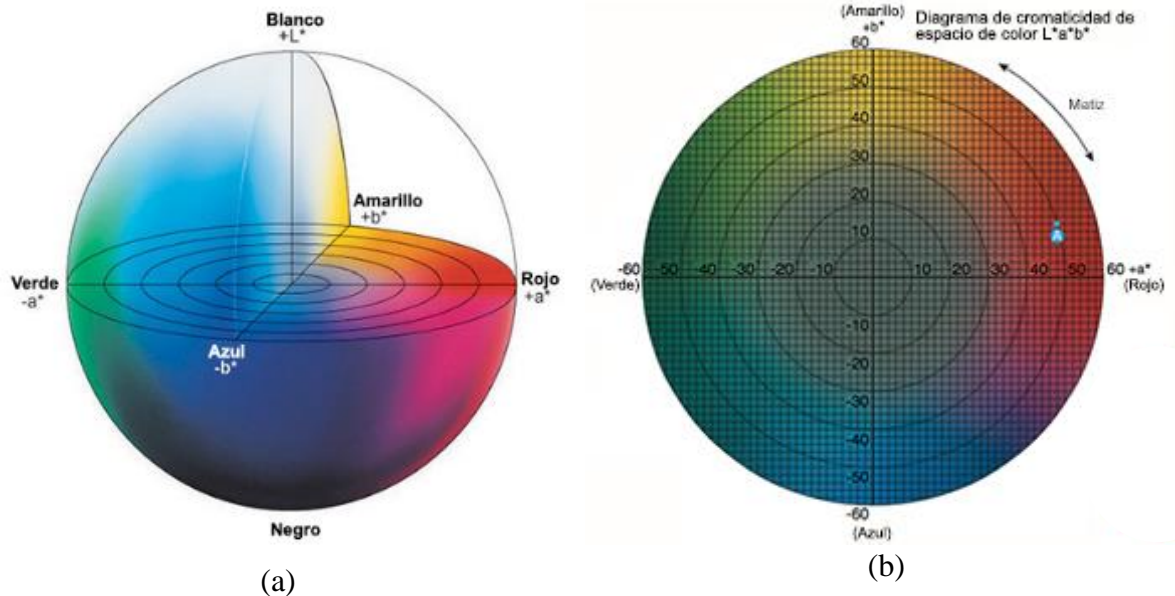


Figura 2: (a) Espacio de color CIELab y (b) Diagrama de cromaticidad de espacio de color L* a* b*.

FUENTE: (Americas, 2006)

Para determinar el color en las bebidas, se emplea la metodología definida por la Comisión Internacional de Iluminación (CIE, 1986), basada en los parámetros de color L*, a* y b*. Estos valores permiten calcular diferentes propiedades colorimétricas mediante las ecuaciones que se detallan a continuación.

Primero, la cromaticidad o saturación del color, que es una medida de la intensidad del color y de su alejamiento del gris, se calcula con la fórmula proporcionada por (Mendoza & Lu, 2015).

$$Cromacidad = \sqrt{(a^*)^2 + (b^*)^2} \dots \dots \dots (ec. 1)$$

El ángulo de tonalidad es un parámetro cualitativo que toma valores de 0 a 360° y permite describir el color en términos como azulado, rojizo, entre otros. Este ángulo permite distinguir cualquier color específico de un gris con la misma luminosidad. Según (Paredes et al., 2022), el ángulo de tonalidad se obtiene mediante la fórmula:

$$Angulo\ de\ tonalidad = arctg \frac{b^*}{a^*} \dots \dots \dots (ec. 2)$$

Finalmente, las diferencias de color (ΔE_{ab}) entre dos muestras en el espacio de color CIELab, se utiliza la distancia euclidiana entre las posiciones de ambas muestras en el espacio

tridimensional definido por los parámetros L, a* y b*. Esta diferencia permite cuantificar el grado de cambio perceptible entre dos colores, y se calcula mediante la siguiente ecuación, también descrita por (Paredes *et al.*, 2022)

$$\Delta E^*_{ab} = \sqrt{(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2} \dots \dots \dots (ec. 3)$$

Es crucial destacar la relevancia de realizar una evaluación cuantitativa del color en el análisis de la calidad de los alimentos. Estas valoraciones están estrechamente ligadas a las percepciones de los consumidores, quienes actúan como referencia para la comparación con las mediciones instrumentales (Mendoza & Lu, 2015). Este enfoque permite comprender cómo el color influye en la aceptación de los productos alimenticios y resalta la necesidad de integrar métodos cuantitativos que ofrezcan una perspectiva objetiva sobre la calidad alimentaria, complementando así las opiniones subjetivas de los consumidores.

Con base en esta metodología, se han realizado numerosos estudios de investigación sobre el color en bebidas, incluyendo tanto la evaluación de propiedades físicas como el análisis de preferencia de los consumidores. Por su parte, Meléndez-Martínez *et al.* (2011) evaluaron las propiedades físicas del color en jugos de naranja sometidos a diferentes tratamientos térmicos, mientras que Fernández-Vázquez *et al.* (2011) analizaron cómo el color afecta las preferencias de los consumidores respecto a los jugos de naranja.

Asimismo, Liberatore *et al.* (2021) llevaron a cabo un estudio sobre jugos turbios obtenidos de diversas variedades de manzana, como Golden Delicious, Pinova y Red Delicious, para identificar diferencias en las propiedades de color. También se ha estudiado el impacto de diferentes edulcorantes en el color, como en el néctar de mango endulzado con edulcorantes de alta intensidad (Santana, 2021), y en néctares con reducción de azúcar, como el néctar de aguaymanto endulzado con Stevia (Torres, 2024). Además, Pilco-Quesada *et al.* (2020) investigaron las características de color en bebidas a base de granos andinos, específicamente quinua y kiwicha.

En la Tabla 5 se presenta un análisis del color de diversos jugos y néctares provenientes de distintas fuentes.

Tabla 5: Propiedades físicas: Determinación de color en diferentes bebidas.

| Referencia | Coordenadas de color | | | | | Muestras |
|---|----------------------|-------|-------|-------|-------|--|
| | L* | a* | b* | h° | C | |
| Meléndez- Martínez <i>et al.</i> (2011) | 61.13 | 8.15 | 55.75 | 81.69 | 56.35 | Zumo de naranja ultra congelado |
| Fernández- Vázquez <i>et al.</i> (2011) | 60.43 | 10.48 | 56.87 | 79.57 | 57.84 | Jugo de naranja de la variedad Fisher por análisis de imágenes |
| Liberatore <i>et al.</i> (2021) | 47.20 | 2.80 | 36.70 | - | - | Jugos turbios de manzana Golden Delicious sin tratamiento térmico. |
| Santana (2021) | 32.93 | 4.46 | 34.52 | - | - | Néctar de mango con edulcorante |
| Torres (2024) | 31.60 | 12.70 | 39.77 | - | 41.73 | Néctar de aguaymanto con stevia |
| Pilco-Quesada <i>et al.</i> (2020) | 21.83 | 7.96 | 9.44 | 49.87 | 12.35 | Bebida a base de granos andinos. BM2 ^a |
| | 20.15 | 8.74 | 9.37 | 47.01 | 12.82 | BM3 ^b |
| | 16.97 | 3.01 | 5.64 | 61.88 | 6.39 | BM4 ^c |

Nota: a: 70% Quinoa malteada: 30%kiwicha malteada, b: 50%Quinoa malteada: 50%kiwicha malteada y c: 30%Quinoa malteada: 70%kiwicha malteada.

2.6.2. Composición proximal y capacidad antioxidante en bebidas de quinua malteada y sin maltear

- Composición proximal en bebidas con quinua malteada y sin maltear

Se han desarrollado numerosas bebidas a partir de quinua malteada y sin maltear, así como de diversas frutas nativas que poseen propiedades funcionales, nutricionales y saludables.

Investigaciones recientes han utilizado la quinua malteada en bebidas nutritivas y néctares con la adición de Stevia. Gómez (2018), estudió las propiedades fisicoquímicas y organolépticas de bebidas elaboradas con quinua de las variedades Pasankalla y Negra Collana, en versiones malteadas y no malteadas. En otra investigación, Pilco (2021) diseñó una bebida a base de quinua y kiwicha (*Amaranthus caudatus*), experimentando con diferentes proporciones de quinua malteada (30, 50, 70 y 100 %) y kiwicha (70, 50 y 30 %), empleando una dilución de 1:7. Asimismo, Kaur y Tanwar (2016) desarrollaron bebidas saludables con quinua, utilizando una dilución de 1:6. Por su parte, Ñañez (2022) formuló una bebida funcional a base de malta de quinua y pulpa de aguaymanto, enfocándose en la evaluación de su aceptabilidad sensorial.

Tabla 6: Comparación de investigación de la composición proximal en bebidas con harina de quinua malteada y sin maltear.

| Composición | Harina de quinua sin maltear | | Harina de quinua malteada | | |
|----------------------|------------------------------|-------------------------|---------------------------|-------------------------|-----------------|
| | Gómez (2018) | Kaur y Tanwar (2016) | Gómez (2018) | Kaur y Tanwar (2016) | Ñañez (2022) |
| Humedad (%) | 87,48 | - | 89,44 | - | 76,7 |
| Proteína (%) | 0,96 | 0,68 | 0,87 | 2,9 | 1,15 |
| Grasa (%) | 0,38 | 0,93 | 0,34 | 0,69 | 0,2 |
| Ceniza (%) | 0,26 | 0,13 | 0,29 | 0,19 | 0,7 |
| Carbohidratos (%) | 9,06 | 16,2 | 11,17 | 14,70 | 20,2 |

- Capacidad antioxidante en bebidas con quinua malteada y sin maltear

Se realizaron diversas investigaciones de una bebida sobre los resultados de la capacidad antioxidantes obtenidos en distintas bebidas funcionales.

De la Cruz y Escobar (2023) llevaron a cabo el desarrollo de una bebida funcional innovadora que combina quito quito y plátano de la variedad bizcochito, utilizando Stevia como edulcorante natural. En su investigación, se determinó que la capacidad antioxidante de esta bebida alcanzó un valor de 57.025 μmol de Trolox/100 gramos. Por otro lado, Casas (2023) evaluó la capacidad antioxidante de una bebida funcional elaborada a partir de papayita nativa y chía, también

endulzada con Stevia. Los resultados de su estudio mostraron una capacidad antioxidante que varió entre 19.36 y 27.51 μmol de Trolox/100 ml, indicando un potencial significativo en la capacidad antioxidante. Asimismo, Bendezú (2018) formuló una bebida funcional utilizando tres variedades de quinua: roja (INIA-415 Pasankalla), negra (INIA-420 Negra Collana) y blanca (Salcedo INIA). Este estudio reveló que la capacidad antioxidante de las bebidas formuladas osciló entre 15.91 y 21.60 μmol de Trolox/ml, lo que sugiere que las diferentes variedades de quinua aportan propiedades antioxidantes variables, reflejando la riqueza nutricional de estos granos andinos.

En el estudio realizado por De la Cruz y Escobar (2023), se diseñó una bebida funcional innovadora a partir de la combinación de quito quito y plátano de la variedad bizcochito, empleando Stevia como endulzante natural. Esta formulación alcanzó un valor de capacidad antioxidante de 57.025 μmol de Trolox por cada 100 gramos. Por su parte, Casas (2023) analizó una bebida funcional compuesta por papayita nativa y semillas de chía, también edulcorada con Stevia, encontrando niveles antioxidantes que oscilaron entre 19.36 y 27.51 μmol de Trolox por 100 ml, lo cual evidencia un potencial antioxidante considerable. De igual forma, Bendezú (2018) desarrolló una bebida funcional utilizando tres variedades de quinua INIA-415 Pasankalla, INIA-420 Negra Collana y blanca (Salcedo INIA), Este estudio reveló que la capacidad antioxidante de las bebidas formuladas osciló entre 15.91 y 21.60 μmol de Trolox/ml, lo que sugiere que las diferentes variedades de quinua aportan propiedades antioxidantes variables, reflejando la riqueza nutricional de estos granos andinos.

En su investigación, Valeriano (2022) realizó un análisis utilizando el ensayo DPPH para determinar la capacidad antioxidante en distintas formulaciones. Sus hallazgos mostraron que el néctar de sachá tomate, al ser parcialmente sustituido con mango y chía molida, presentó la menor capacidad antioxidante en la formulación 7 (20% sachá tomate, 8% de mango y 2% de chía molida), la cual alcanzó un valor de 143.3 μmol de equivalente Trolox. En contraste, una de las formulaciones estudiadas, identificada como formulación 12 (30% de sachá tomate, 12% de mango y 2% de chía molida), demostró una capacidad antioxidante superior, alcanzando 104.3 μmol de equivalente Trolox. Estos hallazgos destacan la relevancia de la proporción y selección de ingredientes adecuadamente en la formulación de bebidas funcionales para maximizar su potencial antioxidante.

2.7. EVALUACIÓN SENSORIAL EN ALIMENTOS

El análisis sensorial, de acuerdo con el Institute of Food Technologists (IFT, 1974), constituye una disciplina científica orientada a la evaluación, interpretación y cuantificación de las respuestas que generan las propiedades sensoriales de los alimentos, las cuales son captadas mediante los sentidos como la vista, el gusto, el tacto y el oído. Espinoza (2003) distingue dentro de esta disciplina dos enfoques fundamentales: los métodos analíticos, que comprenden evaluaciones sensitivas de tipo cuantitativo y cualitativo, y los métodos afectivos, entre los que se encuentran las pruebas de aceptación, de preferencia y la escala hedónica. Esta última se ha consolidado como una herramienta clave en la industria alimentaria, pues permite obtener una valoración directa del consumidor, facilitando la predicción del grado de aceptación o rechazo que podría tener un nuevo producto en el mercado (González-Regueiro *et al.*, 2014).

CAPÍTULO III

MATERIALES Y METODOS

3.1. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

3.1.1. Hipótesis general

La quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) malteada y sin maltear influye significativamente en las características fisicoquímicas, proximal y capacidad antioxidante de una bebida funcional a partir de papayita andina (*Carica pubescens*).

3.1.2. Hipótesis específica

- Las características fisicoquímicas de la bebida funcional a partir de papayita andina dependen de la adición de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) malteada y sin maltear
- Existen diferencias significativas con la adición de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) malteada y sin maltear en la composición proximal y capacidad antioxidante de la bebida funcional a partir de papayita andina
- La quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) malteada y sin maltear influye en la aceptabilidad sensorial de la bebida funcional a partir de papayita andina.

3.2. AMBITO DE ESTUDIO

La investigación se llevó a cabo en los siguientes laboratorios:

- La elaboración de las bebidas y el análisis de las características químicas (° Brix, pH y Acidez). se realizó en los laboratorios de la Escuela Profesional de Ingeniería en Industrias Alimentarias de la Universidad Nacional de Juliaca (UNAJ) – Sede Ayabacas, y las características físicas (Propiedades reológicas, Índice de sedimentación y color) se realizó en los laboratorios del Centro de Investigación en Tecnología de Alimentos

(CITAL) de la escuela profesional de Ingeniería de Industrias Alimentarias, de la Universidad Peruana Unión (UPeU) sede Juliaca.

- La composición proximal (humedad, proteína, grasa, ceniza y carbohidratos) se realizó en los laboratorios del Centro de Investigación en Tecnología de Alimentos (CITAL) de la escuela profesional de Ingeniería de Industrias Alimentarias, de la Universidad Peruana Unión (UPeU) sede Juliaca y la capacidad antioxidante se realizó en los laboratorios de cromatografía y espectrometría – Pabellón de Control de Calidad - Facultad de ciencias de la Universidad Nacional de San Antonio de Abad del Cusco (UNSAAC).
- La aceptabilidad sensorial de las bebidas en los atributos (color, sabor, olor y apariencia general) se realizó en los laboratorios de la Escuela Profesional de Ingeniería en Industrias Alimentarias de la Universidad Nacional de Juliaca (UNAJ) – Sede Ayabacas.

Diseño experimental general

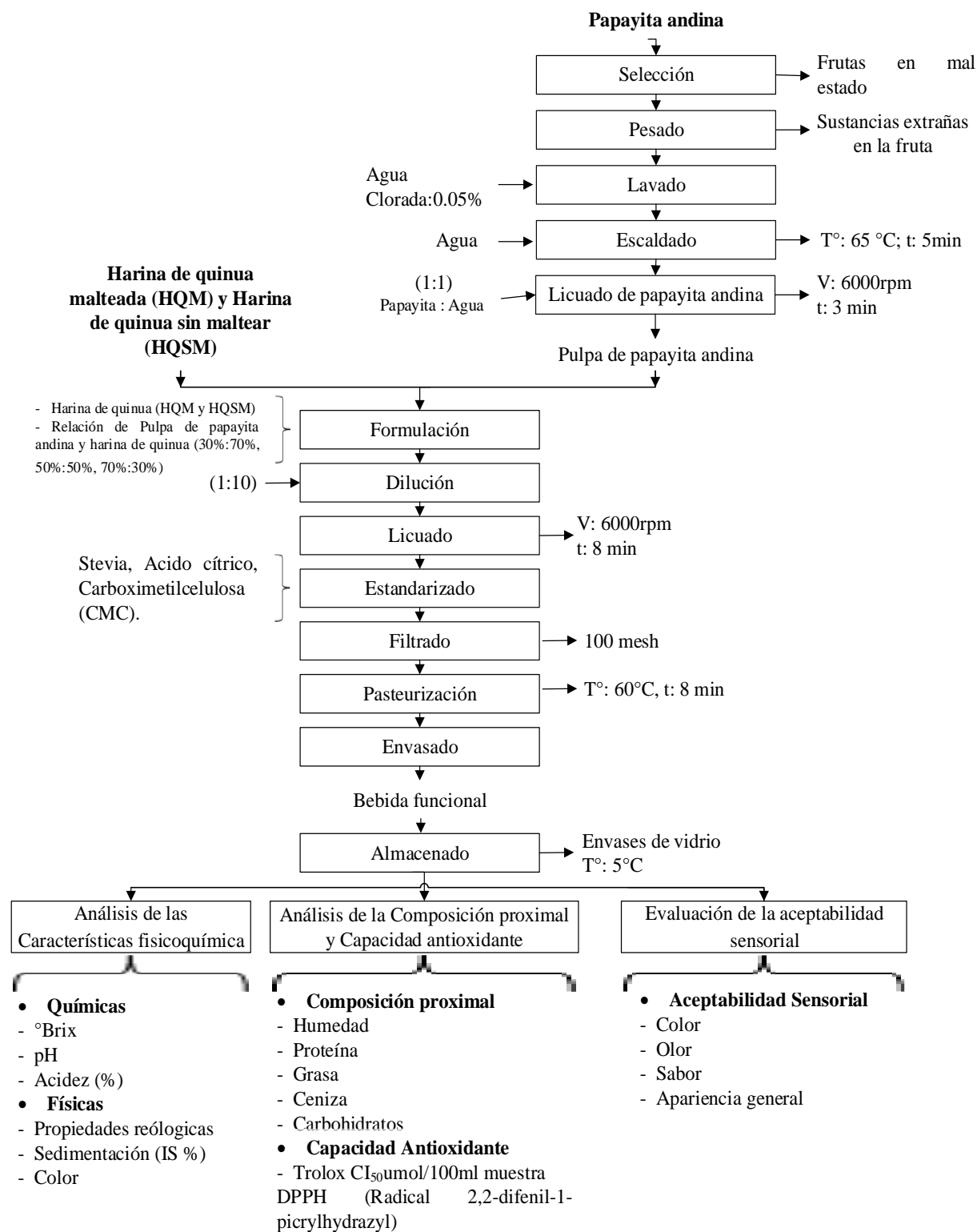


Figura 3: Flujograma de la elaboración de la bebida funcional a partir de papayita andina.

3.3. FORMULACIONES PARA LA ELABORACIÓN DE LA BEBIDA

En la Tabla 7 se muestran las formulaciones utilizadas para la investigación de la bebida funcional a partir de papayita andina (*Carica pubescens*) con harina de quinua malteada, harina de quinua sin maltear, Stevia, ácido cítrico, carboximetilcelulosa (CMC) y Sorbato de potasio.

Tabla 7: Formulaciones para el estudio de la bebida a partir de papayita andina.

| Materia prima e insumos | Formulación | | | | | |
|----------------------------------|-------------|------|------|-------------|-------|-------|
| | Malteada | | | Sin maltear | | |
| | T1QM | T2QM | T3QM | T4QSM | T5QSM | T6QSM |
| Papayita andina (%) | 70 | 50 | 30 | 70 | 50 | 30 |
| Harina de quinua malteada (%) | 30 | 50 | 70 | - | - | - |
| Harina de quinua sin maltear (%) | - | - | - | 30 | 50 | 70 |
| Stevia (%) | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 |
| Ácido cítrico (%) | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 |
| Carboximetilcelulosa CMC (%) | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,4 |
| Sorbato de potasio (%) | 0,07 | 0,07 | 0,07 | 0,07 | 0,07 | 0,07 |

Nota: La dilución es constante equivalente a (1:10), la misma se aplicó para todos los tratamientos.

3.4. METODOLOGIAS PREVIAS

3.4.1. Obtención de la malta de quinua

Para la obtención de la malta de la variedad INIA 420- Negra Collana, adquirida del Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA-Puno), se realizó procedimiento descrito por (Pilco, 2021; Gómez, 2018) con algunas modificaciones.

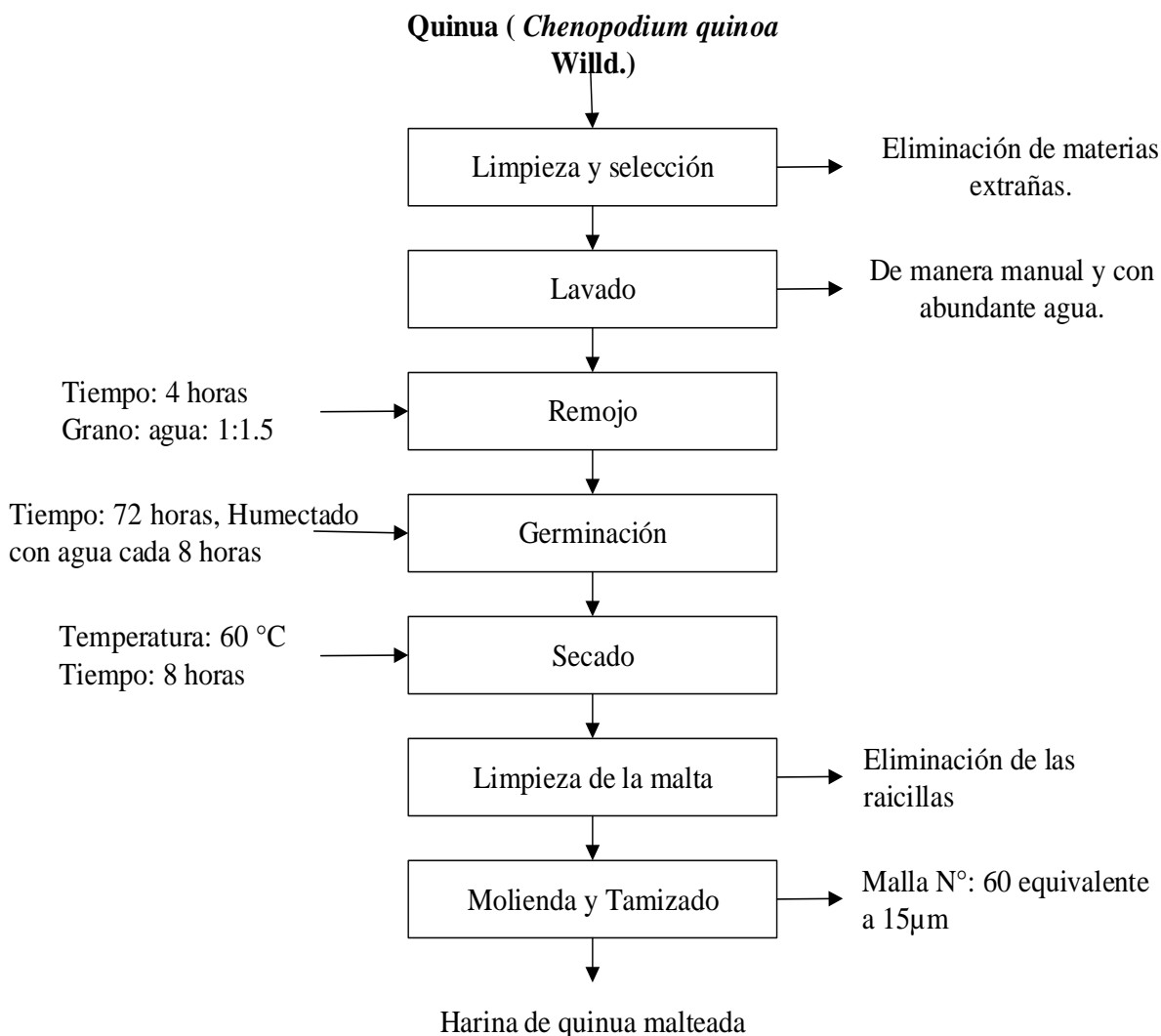


Figura 4: Flujograma de la obtención del malteado de quinua.

Descripción de operaciones de la metodología experimental del malteado de quinua.

Recepción de la materia prima: Se obtuvo la quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) de la variedad INIA – 420 Negra Collana, del Instituto Nacional de Innovación Agraria-Puno, verificando que los granos cumplan con los estándares de calidad requeridos.

Selección: Se realizó una limpieza manual minuciosa, eliminando materiales no deseados como restos vegetales, fragmentos de granos y pequeñas piedras que pudieran comprometer la integridad del producto.

Lavado: Los granos seleccionados fueron sometidos a un enjuague manual exhaustivo con abundante agua.

Remojo: Se llevó a cabo el remojo de los granos, incrementando su contenido de humedad hasta alcanzar un 44 %, condición necesaria para iniciar la germinación. Este procedimiento se desarrolló durante 4 horas a una temperatura constante de 22 °C, utilizando una relación de grano a agua de 1:1,5.

Germinación: Posteriormente, los granos hidratados fueron colocados en cámaras de germinación a 22 °C por un periodo de 72 horas. Durante este tiempo, se mantuvo la humedad del entorno mediante aplicaciones de agua destilada en intervalos de 8 horas, empleando un atomizador manual.

Secado: Finalizado el proceso germinativo, los granos germinados se sometieron a un proceso de secado, a una temperatura de 60 °C durante un lapso de 8 horas en una estufa, con el objetivo de detener el crecimiento enzimático y conservar el producto.

Molienda: Los granos fueron molidos y cribados para obtener la harina de quinua malteada y sin maltar.

Tamizado: Finalmente, ambas harinas fueron tamizadas utilizando un equipo automático equipado con una malla N.º 60 (15 µm), con el propósito de obtener una textura fina y homogénea.

3.4.2. Composición proximal de la harina de quinua malteada, harina de quinua sin maltear y papayita andina

- Humedad: Método de la estufa de aire (AOAC 925.09).

El contenido de humedad fue evaluado aplicando el método gravimétrico, el cual se fundamenta en la medición de la pérdida de masa que ocurre al eliminar el agua presente en la muestra mediante secado térmico, bajo condiciones controladas, hasta alcanzar un peso invariable.

Para ello, se colocaron aproximadamente 2 gramos de muestra en una cápsula de Petri, la cual fue introducida en una estufa de secado a 105 °C durante 3 horas, hasta asegurar la estabilidad del peso. Una vez transcurrido este tiempo, la muestra fue transferida a una campana de desecador durante 30 minutos, con el fin de evitar la absorción de humedad ambiental. Finalmente, se registraron los pesos inicial y final, y con estos valores se determinó el porcentaje de humedad empleando la fórmula correspondiente.

$$\% \text{ de Humedad} = \frac{(M1 - M2)}{M1} * 100$$

Donde:

M1: Masa inicial de la muestra (g)

M2: Masa de la muestra seca (g)

- Proteínas: Método de Kjeldahl-equipo automático (AOAC 960.52)

Se realizó el proceso en tres etapas:

Primero, en la etapa de digestión, se colocó 1 g de muestra triturada en un tubo junto con una tableta catalizadora Kjeldahl y 10 ml de ácido sulfúrico al 95 %. La mezcla fue calentada a 400 °C durante 3 horas para descomponer la materia orgánica. Luego, se dejó enfriar y se añadieron 50 ml de agua destilada.

En la segunda etapa, neutralización y destilación, se añadieron 25 ml de ácido bórico en un matraz Erlenmeyer de 250 ml y se incorporaron 2 gotas del indicador mixto. El Erlenmeyer fue colocado en el refrigerante, asegurándose de que quedara sumergido en la solución de ácido bórico. Se colocó un tubo con la muestra en el lado izquierdo del destilador, y después de situar el tubo y el Erlenmeyer con el ácido bórico, se agregaron 40 ml de NaOH para iniciar la destilación. Esta etapa de destilación se prolongó hasta obtener un volumen mínimo de 100 ml, lo cual tomó aproximadamente entre 5 y 15 minutos.

Finalmente, en la fase de valoración, el destilado capturado fue titulado con una solución estándar de ácido clorhídrico 0.01 N. El punto final de la titulación se identificó mediante el cambio de color del indicador, pasando de verde a violeta. El volumen de HCl consumido fue registrado y empleado para calcular el contenido porcentual de proteínas presentes en la muestra analizada.

$$\% \text{ de Nitrogeno} = \frac{N \times V \times 0,014 \times 100}{m}$$

$$\% \text{ de proteina} = \% \text{ de Nitrogeno} \times 6.25$$

Dónde:

N: normalidad del HCl

V: Volumen gastado del HCl al 0.01N (ml)

0,014: mil-equivalente 14/1000

m: Peso de la muestra (g)

6.25: factor, relación nitrógeno-proteína 100/16

- **Grasa: Método Gravimétrico (AOAC 2003.05)**

Primeramente, se prepararon cartuchos de papel filtro y se pesaron 2 g de la muestra en cada uno. A partir de la diferencia de pesos, se obtuvo el “peso de la muestra (m)”. Luego, el matraz se secó en una estufa y se pesó en la balanza para registrar el “peso del matraz vacío (m1)”. Posteriormente, el matraz fue conectado al sistema Soxhlet, se colocó el cartucho con la muestra en el extractor, y se adiciono éter de petróleo como solvente. El sistema Soxhlet se montó, y se calentó el solvente a 40°C usando una manta calefactora hasta alcanzar su punto de ebullición. Después, se retiró el cartucho, se evaporó el solvente residual y se determinó el peso del matraz con la grasa extraída (m2). Con estos valores se calculó el porcentaje de grasa utilizando la fórmula correspondiente.

$$\% \text{ de Grasa} = \left(\frac{m2 - m1}{m} \right) * 100$$

Dónde:

m: Peso de la muestra

m1: Peso del matraz solo

m2: Peso del matraz con grasa

- **Ceniza: Método Gravimétrico (AOAC 923.03).**

El procedimiento se realizó de la siguiente manera:

A continuación, se pesaron 2 gramos de muestra, que fueron transferidos a una mufla. La temperatura de la mufla se ajustó a 550°C y se mantuvo durante 8 horas. Al finalizar este período, el crisol se dejó enfriar en un desecador por 15 minutos, tras lo cual se registró su peso final, el cual se utilizó para calcular el contenido de cenizas mediante la ecuación correspondiente.

$$\% \text{ de Cenizas} = \left(\frac{P3 - P2}{P1} \right) * 100$$

Dónde:

P1: Peso de la muestra (g)

P2: Peso del crisol vacío (g)

P3: Peso de crisol más la ceniza (g)

- **Carbohidratos: (AOAC, 1990)**

El contenido de carbohidratos se estimó por diferencia, siguiendo las recomendaciones establecidas por la FAO y la OMS (1982). Este cálculo se basó en los valores previamente obtenidos de grasa, cenizas, proteínas y humedad.

$$\% \text{ de Carbohidratos} = 100 - (\text{Grasa} + \text{Ceniza} + \text{Proteína} + \text{Humedad})$$

3.4.3. Análisis de la capacidad antioxidante de la harina de quinua malteada, harina de quinua sin maltear y papayita

DPPH (Radical 2,2-difenil-1-picrylhydrazyl), Brand Williams et al. 1995. Citado por (Paria, Milagros y Terrones, 2021).

La capacidad antioxidante de las muestras fue evaluada mediante su capacidad para neutralizar el radical libre DPPH, evaluando la disminución de absorbancia tras 30 minutos de reacción a una longitud de onda de 517 nm. Los valores obtenidos se contrastaron con una curva estándar elaborada utilizando Trolox como compuesto de referencia, y los resultados fueron expresados en unidades TEAC (μmol de Trolox por 100 g de muestra). Las lecturas de absorbancia se realizaron con un espectrofotómetro Genesis 20 ThermoSpectronic, modelo 4001/4. Asimismo,

el porcentaje de inhibición del radical (%Inh) fue calculado aplicando la fórmula correspondiente.

La absorbancia correspondiente al Aceite Esencial (AE), identificada como **Amuestra**, se obtuvo a partir de una solución madre con una concentración inicial de 10 000 ppm, preparada disolviendo 50 mg de AE en 5 ml de dimetilsulfóxido (DMSO, marca Merck). A partir de esta solución stock se elaboraron diluciones a diferentes concentraciones: 1, 50, 100, 150, 200, 250 y 300 ppm. Para cada análisis, se mezclaron 40 µL de la muestra diluida con 960 µL de la solución del radical DPPH. La absorbancia del blanco (**Ablanco**) fue determinada utilizando una mezcla de 40 µL de muestra y 960 µL de metanol (MeOH), mientras que la absorbancia de referencia (**Areferencia**) se obtuvo combinando 40 µL de DMSO con 960 µL de la solución de DPPH.

La evaluación de la capacidad antioxidante se realizó utilizando el radical libre 2,2-difenil-1-picrilhidracilo (DPPH) como método de referencia. En este análisis se incluyeron como muestras las materias primas: harina de quinua malteada, harina de quinua sin maltear y pulpa de papayita andina, cada una analizada por triplicado.

$$A = C.E.L$$

Dónde:

A: Absorbancia de la muestra

B: Concentración de cromóforo

L: Longitud de paso óptimo que contiene la muestra

E: Absortividad molar. Esto depende del cromóforo en si mismo de la λ y de las condiciones de la medida (Ph, T). Ya que la absorvancia es adimensional, las unidades son concentración -1 longitud -1 .

Ecuación para determinar la capacidad antioxidante

$$\%inh = \left[1 - \frac{Amuestra - Ablanco}{Areferencia} \right] \times 100$$

Dónde:

%inh: Porcentaje de inhibición

Amuestra: Absorbancia de la materia prima (Harina de quinua malteada, Harina de quinua sin maltear y Papayita andina)

Ablanco: Absorbancia del blanco

Areferencia: Absorbancia de la referencia

3.5. METODOLOGÍA POR OBJETIVOS

3.5.1. Metodología para el objetivo N° 1

Determinar el efecto de la adición de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) malteada y sin maltear en las características fisicoquímicas de una bebida funcional a partir de papayita andina.

a. Variable de estudio

Variable independiente

- Quinua (HQM: Harina de quinua malteada y HQSM: Harina de quinua sin maltear)
- Proporción de la Pulpa de papayita andina y harina de quinua (30%:70%, 50%:50%, 70%:30%)

Variable dependiente

- **Características fisicoquímicas**

Químicas

- Sólidos Solubles °Brix
- pH
- Acidez (%)

Físicas

- Propiedades reológicas
- Índice de Sedimentación – IS (%)
- Color

b. Diseño experimental

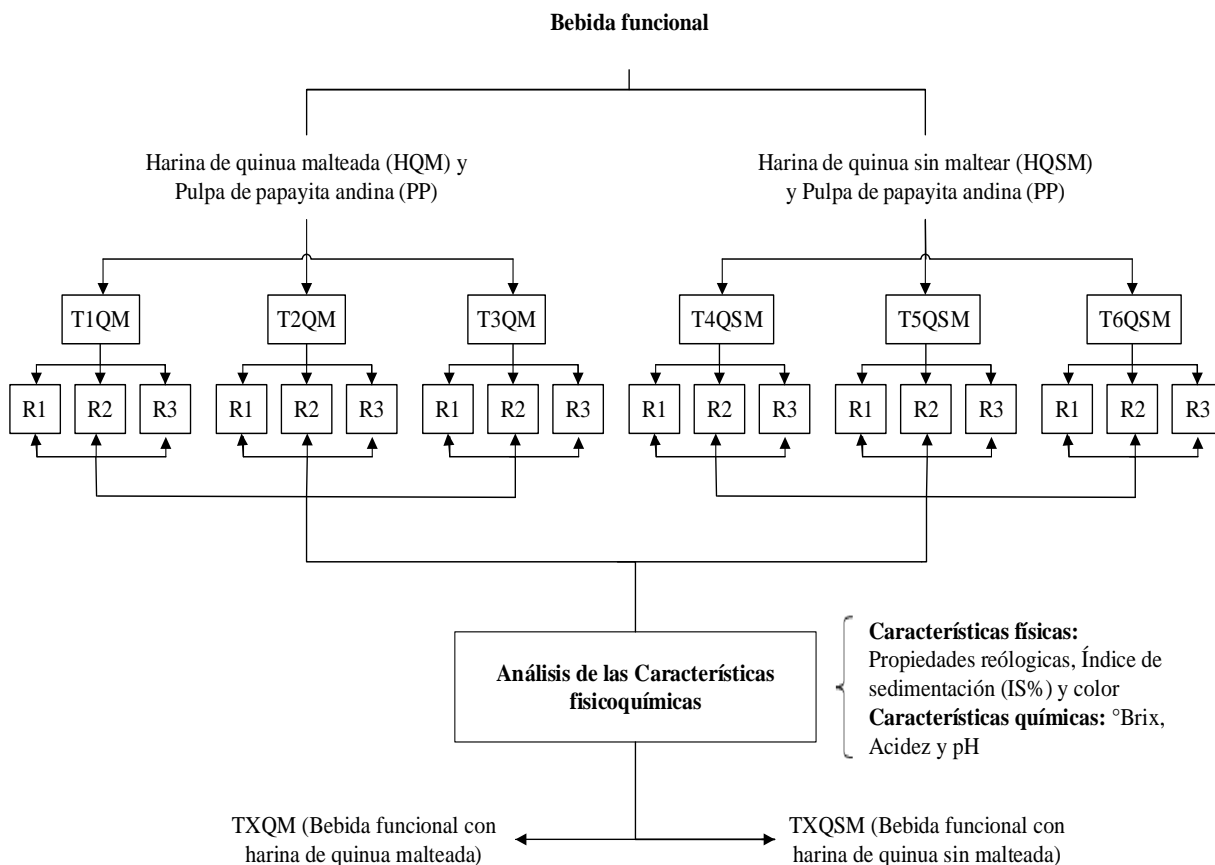


Figura 5: Diagrama de flujo de diseño experimental para el objetivo 1.

c. Diseño estadístico

Para el análisis estadístico se implementó un diseño experimental factorial de 2×3 , es un diseño experimental en el cual hay dos factores con diferentes niveles, y las unidades experimentales se asignan de manera completamente aleatoria. En este caso, el primer factor (Quinua) tiene dos niveles (Harina de quinua malteada HQM y Harina de quinua sin maltear HQSM) y el segundo factor (Proporción de Pulpa de papayita andina y harina de quinua) tiene tres niveles (30%:70%, 50%:50%, 70%:30%), obteniendo 6 tratamientos, cada una ejecutada con sus correspondientes repeticiones, obteniendo un total de 18 unidades experimentales. Para el análisis de las diferencias entre tratamientos se empleó la prueba de comparaciones múltiples de Tukey, estableciendo un nivel de confianza del 95% ($\alpha = 0.05$).

Tabla 8: Matriz de experimento factorial 2x3.

| Niveles del factor (A) | Niveles del factor (B) | | |
|------------------------|------------------------|------|------|
| | B1 | B2 | B3 |
| A1 | B1A1 | B2A1 | B3A1 |
| A2 | B1A2 | B2A2 | B3A2 |

Nota: La combinación de los distintos niveles de los factores genera un total de seis posibles interacciones.

Tabla 9: Matriz de experimento factorial 2x3 y numero de tratamientos para la elaboración de la bebida.

| Factor A: HQ ^a | Factor B: Relación de PP ^b y HQ | Tratamiento | Características fisicoquímicas | | | | | |
|------------------------------|---|--------------|--------------------------------|-------------------------------|-----------------------|--------------------------|------------------------|------------------|
| | | | Características físicas | | | Características químicas | | |
| | | | P.R. ^e | IS (%) ^f | Color | °Brix | % Acidez | pH |
| HQM ^c | 30%:70% | T1(R1,R2,R3) | P.R. ₁₁ | IS ^f ₁₁ | (Color) ₁₁ | °Brix ₁₁ | % Acidez ₁₁ | pH ₁₁ |
| HQM ^c | 50%:50% | T2(R1,R2,R3) | P.R. ₁₂ | IS ^f ₁₂ | (Color) ₁₂ | °Brix ₁₂ | % Acidez ₁₂ | pH ₁₂ |
| HQM ^c | 70%:30% | T3(R1,R2,R3) | P.R. ₁₃ | IS ^f ₁₃ | (Color) ₁₃ | °Brix ₁₃ | % Acidez ₁₃ | pH ₁₃ |
| HQSM ^d | 30%:70% | T4(R1,R2,R3) | P.R. ₂₁ | IS ^f ₂₁ | (Color) ₂₁ | °Brix ₂₁ | % Acidez ₂₁ | pH ₂₁ |
| HQSM ^d | 50%:50% | T5(R1,R2,R3) | P.R. ₂₂ | IS ^f ₂₂ | (Color) ₂₂ | °Brix ₂₂ | % Acidez ₂₂ | pH ₂₂ |
| HQSM ^d | 70%:30% | T6(R1,R2,R3) | P.R. ₂₃ | IS ^f ₂₃ | (Color) ₂₃ | °Brix ₂₃ | % Acidez ₂₃ | pH ₂₃ |

Nota: La dilución es constante equivalente a (1:10), la misma se aplicó para todos los tratamientos, a: Harina de quinua, b: pulpa de papayita andina, c: Harina de quinua malteada, d: Harina de quinua sin maltear, e: Propiedades reológicas, f: Índice de sedimentación.

Modelo matemático de Experimento Factorial de 2x3.

Este modelo permite analizar tanto los efectos individuales de cada factor como su interacción, es decir, como los niveles de un factor afectan los resultados en combinación con los niveles del otro factor (Benitez *et al.*, 2010).

$$y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

$$i = 1, 2, \dots, a \quad j = 1, 2, \dots, b \quad k = 1, 2, \dots, n$$

Donde:

μ : es una media general

α_i : es el efecto del i - ésimo nivel del factor A.

β_j : es el efecto del j - ésimo nivel del factor B.

$(\alpha\beta)_{ij}$: representa el efecto de interacción en la combinación ij .

ϵ_{ijk} : es el error aleatorio que se da en las réplicas.

d. Método de análisis

Aplicación de método analítico para determinación de las características fisicoquímicas de la bebida funcional de papayita andina.

- **Características físicas**

Determinación de las propiedades Reológica en bebidas funcionales a partir de papayita andina

Para la evaluación de las propiedades reológicas, se utilizó un reómetro modular compacto MCR72 de la marca Anton Paar, que estaba equipado con un sistema de calentamiento C-PTD 150/XL/AIR/18P. Para las mediciones, se empleó una copa C-CC27/T200/XL/SS y un cilindro de medición B-CC27 de 26.66 mm de diámetro. Estas pruebas se realizaron a una temperatura constante de 25°C, siguiendo un rango de velocidad de corte preestablecido, que osciló entre 0.1 y 300 s⁻¹. Este procedimiento sigue la metodología utilizada por Soares *et al.* (2024), quienes evaluaron el comportamiento reológico de néctares de frutas enriquecidos con mucílago de chía. En dicho estudio, las curvas de flujo se generaron variando la velocidad de corte en el mismo rango (0.1 a 300 s⁻¹) y a temperaturas de 10 y 25°C, considerando distintas concentraciones de mucílago de chía.

Para esta investigación, se emplearon seis tratamientos distintos (T1QM, T2QM, T3QM, T4QSM, T5QSM y T6QSM), utilizando un volumen de muestra de 12 ml por tratamiento y realizando tres réplicas de cada uno para asegurar la consistencia de los resultados. En general, los fluidos alimentarios no newtonianos, como los jugos, salsas y purés de frutas, muestran un comportamiento pseudoplástico. Esto implica que sus características de flujo pueden ajustarse adecuadamente mediante la Ley de Potencia de Ostwald-de Waele.

La Ley de Potencia se expresa mediante la siguiente ecuación:

$$\tau = K(\dot{\gamma})^n$$

Dónde:

τ : Esfuerzo de corte o de cizallamiento (Pa)

K : Índice de consistencia K (Pa.sⁿ)

$\dot{\gamma}$: Velocidad de deformación (1/s)

n : Índice de comportamiento de flujo

Esta ecuación facilita la caracterización del flujo de los fluidos no newtonianos al relacionar directamente el esfuerzo de corte con la velocidad de deformación, permitiendo un análisis detallado del comportamiento de las propiedades reológicas bajo diferentes condiciones de flujo.

Adquisición de imágenes para evaluar el índice de sedimentación y el color en bebidas funcionales a través de un método óptico

Para el análisis del índice de sedimentación y del color, se diseñó e implementó un dispositivo basado en una adaptación de un equipo desarrollado por (Otazu, 2014), con algunas modificaciones específicas, como se muestra en la Figura 6. Con medidas de 70 x 60 x 50 cm. Este equipo cuenta con una cabina oscura, cuyas paredes interiores fueron pintadas de color negro mate con el fin de evitar la entrada de luz externa y reducir los reflejos del entorno, siguiendo las recomendaciones de (Pedreschi *et al.*, 2006).

Para garantizar una iluminación homogénea durante la captura de las imágenes, se utilizaron porta tubos simples de 20W (MACROLED), controlados a través de un microcontrolador ESP32 que mantiene la iluminación constante. Las imágenes digitales se tomaron utilizando una cámara digital WEBCAM LOGITECH C930E – Zoom digital USB, con una resolución de 18 megapíxeles, permitiendo una captura precisa y de alta calidad de las características visuales de las muestras analizadas.

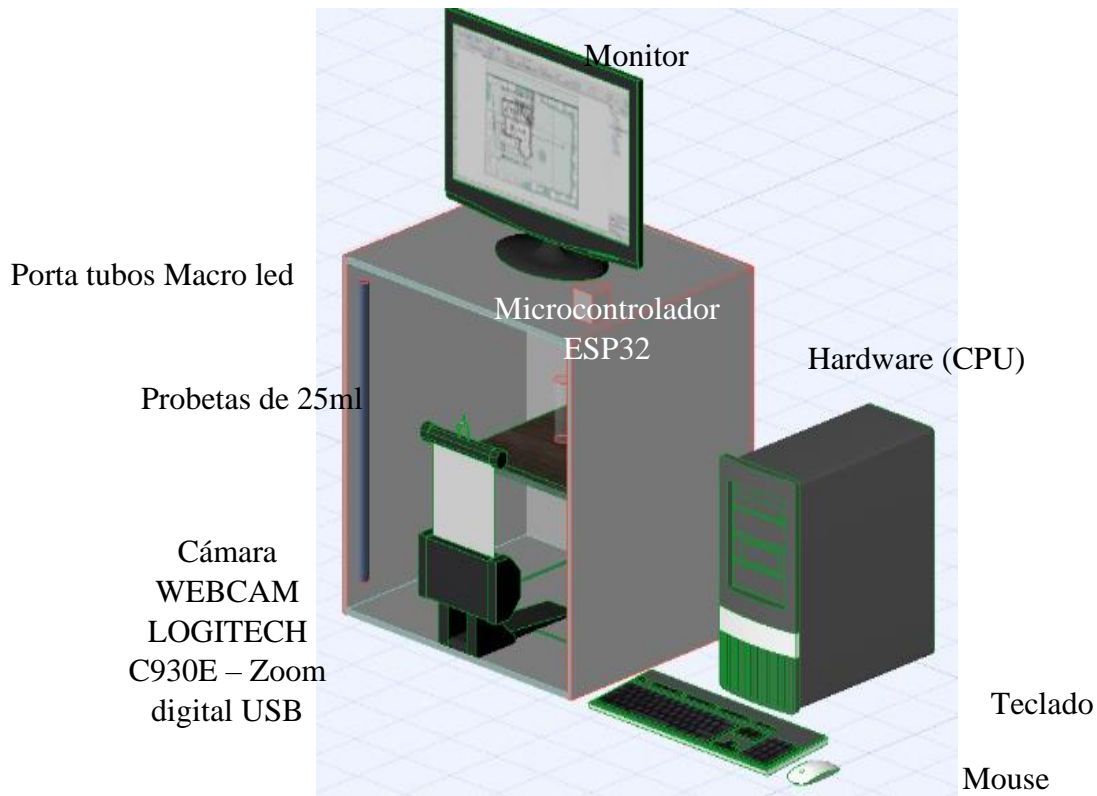


Figura 6: Prototipo de Caja experimental para índice de sedimentación y color.

Determinación del índice de sedimentación

Después de agregar las bebidas al equipo (Caja de imágenes o experimental) como se muestra en la figura 6, se inició una captura secuencial de imágenes con una cámara a intervalos de 10 minutos para registrar el proceso de sedimentación. Las imágenes se guardaron en formato JPG con una resolución de 640 x 480 píxeles. La distancia entre la cámara y la muestra de bebidas fue de 17 cm casi cercano a lo que menciona (Americas, 2006), donde la distancia de la cámara a la muestra es 17,78 cm. Las imágenes fueron analizadas utilizando los programas del laboratorio de Centro de Investigación en Tecnología de Alimentos (CITAL) de la escuela profesional de Ingeniería de Industrias Alimentarias, de la Universidad Peruana Unión (UPeU) sede Juliaca. Para determinar el índice de sedimentación, se siguió la metodología propuesta por Fasolin & Da Cunha (2012) y Lozano *et al.* (2020), la bebida se transfirió a una probeta graduada de 25 ml, y los análisis se llevaron a cabo a una temperatura ambiente. La altura de la fase de sedimentación se evaluó durante un periodo de 404.51 horas (14 días).

El índice de sedimentación se representa mediante la ecuación:

$$IS (\%) = \left(\frac{H1}{H0} \right) * 100\%$$

Dónde:

IS: Índice de sedimentación

H1: La altura sedimentada después de un tiempo (t_1)

H0: La altura inicial (t_0)

Determinación del color.

Tras agregar las bebidas en probetas graduadas de 25 ml al equipo (Caja de imágenes o experimental), como se muestra en la Figura 6, se procedió a la captura de imágenes para evaluar el color en los seis tratamientos distintos. Las imágenes se obtuvieron con una cámara fotográfica y se almacenaron en formato JPG para su posterior análisis. Para procesar las imágenes, se utilizó Microsoft Paint, donde se seleccionaron tres áreas específicas de cada muestra para obtener sus valores RGB. Estos valores fueron luego convertidos a los parámetros de color L^* , a^* y b^* . La determinación de color se realizó por triplicado de los seis tratamientos. Para determinar el color en las bebidas, se emplea la metodología definida por la Comisión Internacional de Iluminación (CIE, 1986), basada en los parámetros de color L^* , a^* y b^* .

La cromaticidad, que es una medida de la intensidad del color y de su alejamiento del gris, se calcula con la fórmula proporcionada por (Mendoza & Lu, 2015).

$$Cromaticidad = \sqrt{(a^*)^2 + (b^*)^2}$$

El ángulo de tonalidad es un parámetro cualitativo que toma valores de 0 a 360° y permite describir el color en términos como azulado, rojizo, entre otros. Según (Paredes et al., 2022), el ángulo de tonalidad se obtiene mediante la fórmula:

$$Angulo\ de\ tonalidad = \arctg \frac{b^*}{a^*}$$

Las diferencias de color (ΔE_{ab}) entre dos muestras en el espacio de color CIELab, se utiliza la distancia euclidiana entre las posiciones de ambas muestras en el espacio tridimensional definido por los parámetros L , a^* y b^* . Esta diferencia permite cuantificar el grado de cambio perceptible entre dos colores, y se calcula mediante la siguiente ecuación, también descrita por (Paredes et al., 2022)

$$\Delta E_{*ab} = \sqrt{(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2}$$

- Características químicas

°Brix : Método Refractometría (AOAC 932.12,2016)

La determinación de los °Brix se llevó a cabo mediante medición directa en el instrumento refractométrico. El procedimiento implicó la toma de 0.5 ml de muestra empleando un gotero, seguido de la colocación de esta alícuota en el refractómetro que fue calibrado previamente utilizando una solución buffer de pH como estándar de referencia.

pH: Método potenciometría (AOAC 981.12, 2005)

Se recolectó una alícuota de 25 ml de muestra en un vaso de precipitados. La medición del potencial de hidrógeno se realizó utilizando un potenciómetro digital (pH-metro). Entre cada determinación, se efectuó la limpieza del electrodo mediante enjuague con agua destilada, seguido del secado cuidadoso de la punta del sensor para eliminar cualquier residuo y evitar interferencias en las mediciones posteriores.

% Acidez: Método por titulación (AOAC 2007)

Se realizó una dilución de la bebida de 5 ml de muestra y 10 ml de agua destilada en el Erlenmeyer en seguida se agregó 3 gotas de Fenolftaleína, se enrasó la bureta con solución de hidróxido de sodio al 0.1 N. Después de ello se empezó a titular agitando la muestra constantemente cuando la muestra tome un color rosado y se esperará a que se mantenga ese color mínimo por 15 minutos.

$$\% \text{ de acidez} = \frac{N \times V \times \text{milieq}}{\text{gr o ml de la muestra}} \times 100$$

Dónde:

N: normalidad de la base

V: ml de NaOH gastados

Milieq: mili equivalente del ácido predominante en la muestra ácido cítrico (0.064).

e. Equipos, materiales, Insumos y reactivos

Harina de quinua malteada (HQM) y Harina de quinua sin maltear (HQSM) – Los granos de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) variedad Negra Collana (INIA-420) fueron obtenidos del Instituto Nacional de Investigación Agraria (INIA)-Puno.

Papayita Andina (*Carita pubescens*) provenientes de la provincia de Sandia-Puno.

- **Equipos**

- Balanza Analítica. Equinos ADAN EAB 2241
- Estufa (Mettler – UN6200, Alemania)
- Horno Marca NOVA
- Cámara fotográfica (WEBCAM LOGITECH C930E – Zoom digital USB).
- Equipo para adquisición de imagen.
- Caja fotográfica con fondo Negro
- Computador Intel Core 7
- Reómetro modular compacto MCR72, C-PTD 150/XL/AIR/18P, con copa de medición C-CC27/T200/XL/SS y cilindro de medición B-CC27/Q1, Diámetro: 26.66 mm, marca Anton Paar.
- Refractómetro digital A. KRUSS Optronic GmbH-DR6000-T
- pH metro digital
- Equipo de titulación
- Tamizador vibratorio eléctrico WS Tyler/ Modelo EO- Tap SSA-320A
- Molino de martillos (INNOVA, Perú)
- Balón de Gas premium
- Cocina de cuatro hornillas. OSTER
- Refrigerador. ELECTROLUX INOX FREEZER
- Licuadora (Marca: Oster, Modelo: 4655-053)

- **Materiales**

- Probetas graduadas de 15, 25, 50 y 100 ml marca Pírex
- Vasos de precipitación de 25, 50 y 100ml marca Pírex
- Termómetro digital (Marca: Fisher Scientific, T°: -30 a 220°C)
- Vasos precipitados de 50ml, 100ml y 250ml marca Pírex
- Pipetas volumétricas (Volumen: 1ml y 10 ml)
- Fiolas de 50ml y 100ml (Boeco)
- Micro pipetas
- Bureta de Geissler
- Matraz Erlenmeyer 20 y 100ml marca Pírex
- Recipientes

- Coladores
- Tela de 30cm equivalente a malla 100
- Tabla para trozar fruta
- **Insumos**
 - Stevia (*Stevia rebaudiana*)
 - Ácido cítrico
 - Carboximetilcelulosa (CMC)
 - Sorbato de potasio
 - Agua tratada
- **Reactivos**
 - Agua destilada
 - Hidróxido de Sodio (NaOH) al 40%
 - Fenolftaleína (C₂₀H₁₄O₄) al 1%

3.5.2. Metodología para el Objetivo N° 2

Comparar la composición proximal y capacidad antioxidante de la bebida funcional a partir de papayita andina con adecuadas características fisicoquímicas obtenidas con quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) malteada y sin maltear.

a. Variable de estudio

- **Variable independiente**
 - Bebida funcional (con harina de quinua malteada TxQM y con harina de quinua sin maltear TxQSM)
- **Variable dependiente**
 - **Composición proximal**
 - Humedad
 - Proteína
 - Grasa
 - Ceniza
 - Carbohidratos
 - **Capacidad antioxidante**
 - DPPH (Radical 2,2-difenil-1-picrylhydrazyl)

b. Diseño experimental

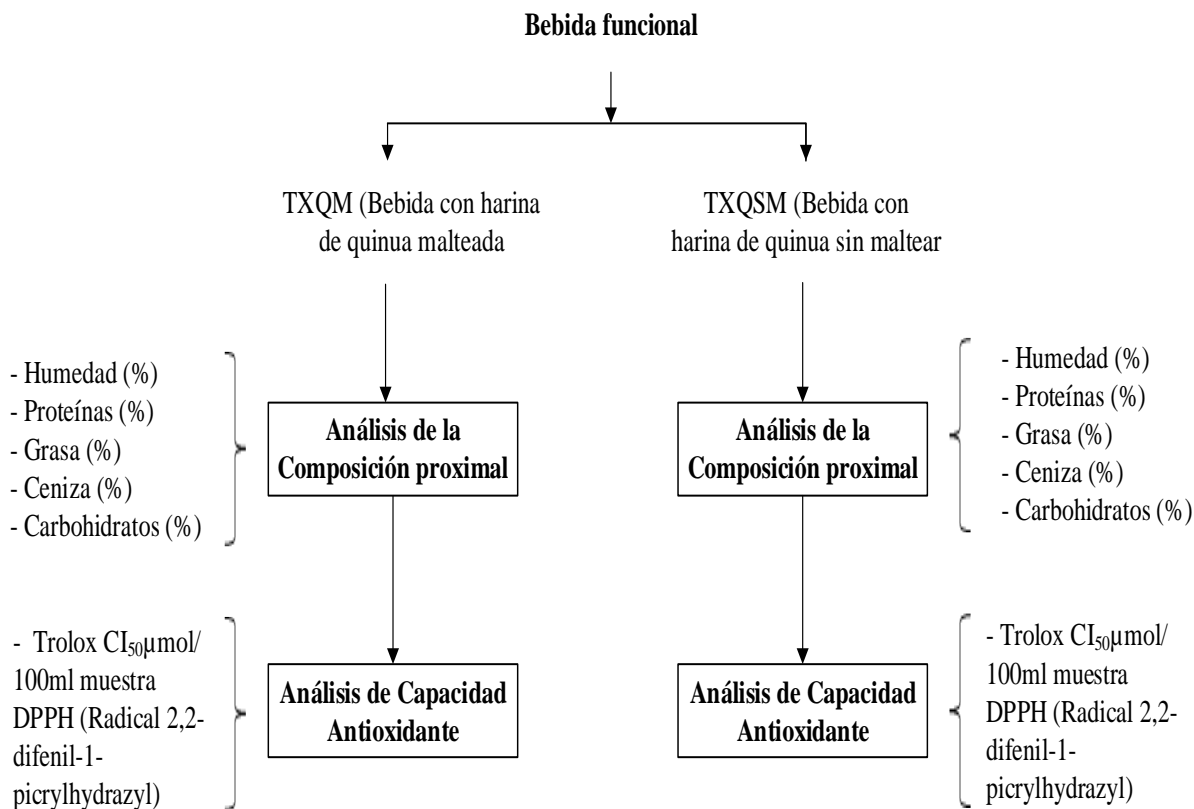


Figura 7: Diseño experimental del objetivo 2.

c. Diseño estadístico

El procesamiento estadístico de los datos correspondientes a este objetivo se ejecutó mediante la implementación de un Diseño Completamente al Azar (DCA). Con base en los datos obtenidos, se efectuó un Análisis de Varianza (ANOVA) con la finalidad de establecer la existencia de diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos evaluados (TxQM y TxQSM). Posteriormente, se aplicó el test de comparaciones múltiples de Tukey para analizar la composición proximal y la actividad antioxidante, empleando un nivel de confianza del 95% ($\alpha = 0.05$).

Tabla 10: Matriz del diseño completamente al azar respecto a la composición proximal y Capacidad antioxidante de las bebidas.

| Replicas | Tratamientos | |
|-----------------------|-------------------|--------------------|
| | TxQM ^a | TxQSM ^b |
| R1^c | | |
| R2 | | |
| R3 | | |

Nota: a: Bebida funcional con harina de quinua malteada, b: Bebida funcional con harina de quinua sin maltear, c: Replicas.

Modelo matemático del Diseño Completamente al Azar (DCA)

En este diseño, el valor de cada unidad experimental Y_{ij} se determina utilizando un modelo estadístico lineal, que permite analizar como las variables de interés responden bajo diferentes tratamientos. Este modelo considera la variación entre los tratamientos, así como el efecto aleatorio asociado a cada replica dentro de los tratamientos (Gutiérrez & De la Vara, 2008).

$$y_{ij} = \mu + T_i + \varepsilon_{ij}$$

$$i = 1, 2, \dots, t \quad j = 1, 2, \dots, r$$

Donde:

Y_{ij} : es una observación en la j – ésima unidad experimental, sujeto al i – ésimo tratamiento.

T_i : es el efecto del tratamiento i .

μ : es una media general.

ε_{ijk} : es el error aleatorio que se da en las réplicas.

a. Método de análisis

- Humedad: Método de la estufa de aire (AOAC 925.09).

La determinación del contenido de humedad se realizó mediante la técnica gravimétrica, fundamentada en la cuantificación de la pérdida de masa por evaporación del agua presente en la muestra bajo condiciones controladas de temperatura hasta lograr masa constante.

El procedimiento consistió en pesar 2 g de muestra en una placa de Petri, la cual fue introducida en una estufa a 105°C por un período de 3 horas hasta alcanzar peso constante. Seguidamente,

la muestra se transfirió a una campana desecadora durante 30 minutos para su enfriamiento. Se registraron las masas inicial y final de la muestra con el fin de determinar el porcentaje de humedad mediante la aplicación de la ecuación correspondiente.

$$\% \text{ de Humedad} = \frac{(M1 - M2)}{M1} * 100$$

Donde:

M1: Masa inicial de la muestra (g)

M2: Masa de la muestra seca (g)

- **Proteínas: Método de Kjeldahl-equipo automático (AOAC 960.52)**

Se realizó el proceso en tres etapas:

La cuantificación del contenido de proteínas se llevó a cabo a través de tres etapas secuenciales: Primero, en la etapa de "Digestión", se colocó 1 g de muestra finamente molida en un tubo de digestión, añadiendo catalizador Kjeldahl junto con 10 ml de ácido sulfúrico al 95%. La muestra se sometió a calentamiento a 400°C durante 3 horas para completar la digestión. Posteriormente, se dejó enfriar la mezcla resultante y se añadieron 50 ml de agua destilada en cada tubo.

En la segunda etapa, "Neutralización y Destilación", se acondicionó un matraz Erlenmeyer de 250 ml conteniendo 25 ml de ácido bórico y 2 gotas de indicador mixto. El matraz se instaló en el sistema de refrigeración, asegurando que permaneciera sumergido en la solución de ácido bórico. El tubo con la muestra digerida se colocó en el lado izquierdo del equipo destilador, y tras establecer la configuración adecuada, se incorporaron 40 ml de NaOH para dar inicio a la destilación. Este proceso se continuó hasta obtener un volumen mínimo de 100 ml, lo cual requirió entre 5 y 15 minutos aproximadamente.

Finalmente, en la etapa de "Valoración", el producto destilado se tituló empleando ácido clorhídrico 0.01N hasta observar el cambio de coloración de verde a violeta. Se anotó el volumen de reactivo consumido para realizar el cálculo correspondiente del porcentaje de proteínas.

$$\% \text{ de Nitrogeno} = \frac{N \times V \times 0,014 \times 100}{m}$$

$$\% \text{ de proteina} = \% \text{ de Nitrogeno} \times 6.25$$

Dónde:

N: normalidad del HCl

V: Volumen gastado del HCl al 0.01N (ml)

0,014: mil-equivalente 14/1000

m: Peso de la muestra (g)

6.25: factor, relación nitrógeno-proteína 100/16

- **Grasa: Método Gravimétrico (AOAC 2003.05)**

Primeramente, se prepararon cartuchos de papel filtro y se pesaron 2 g de la muestra en cada uno. A partir de la diferencia de pesos, se obtuvo el “peso de la muestra (m)”. Luego, el matraz se secó en una estufa y se pesó en la balanza para registrar el “peso del matraz vacío (m1)”. Posteriormente, el matraz fue acoplado al cuerpo extractor, se colocó el cartucho con la muestra en el extractor, y se añadió éter de petróleo como solvente. El sistema Soxhlet se montó, y se calentó el solvente a 40°C usando una manta calefactora hasta alcanzar su punto de ebullición. Después, se retiró el cartucho de papel filtro con la muestra, se evaporó el solvente y se determinó el peso del matraz con la grasa extraída (m2). Finalmente, el porcentaje de grasa se calculó utilizando la ecuación correspondiente.

$$\% \text{ de Grasa} = \left(\frac{m2 - m1}{m} \right) * 100$$

Dónde:

m: Peso de la muestra

m1: Peso del matraz solo

m2: Peso del matraz con grasa

- **Ceniza: Método Gravimétrico (AOAC 923.03).**

El procedimiento se realizó de la siguiente manera:

A continuación, se pesaron 2 gramos de muestra, que fueron transferidos a una mufla. La temperatura de la mufla se ajustó a 550°C y se mantuvo durante 8 horas. Al finalizar este período, el crisol se dejó enfriar en un desecador durante 15 minutos, tras lo cual se registró el peso para calcular el porcentaje de cenizas mediante la siguiente ecuación.

$$\% \text{ de Cenizas} = \left(\frac{P3 - P2}{P1} \right) * 100$$

Dónde:

P1: Peso de la muestra (g)

P2: Peso del crisol vacío (g)

P3: Peso de crisol más la ceniza (g)

- **Carbohidratos: (AOAC, 1990)**

La determinación se efectuó mediante el método por diferencia, siguiendo las recomendaciones establecidas por la FAO y la OMS (1982), utilizando los valores obtenidos en las cuantificaciones de: grasa, cenizas, proteínas y humedad.

$$\% \text{ de Carbohidratos} = 100 - (\text{Grasa} + \text{Ceniza} + \text{Proteína} + \text{Humedad})$$

- **Capacidad antioxidante: DPPH (Radical 2,2-difenil-1-picrylhydrazyl), Brand Williasm et al. 1995. Citado por (Paria, Milagros y Terrones, 2021).**

La evaluación de la capacidad antioxidante se realizó mediante la determinación de la habilidad de las muestras para neutralizar el radical libre DPPH, cuantificando la absorbancia tras 30 minutos de reacción a 517 nm de longitud de onda. Los datos obtenidos se contrastaron con una curva estándar elaborada utilizando Trolox como compuesto de referencia, expresándose los resultados en términos de valores TEAC (μmol de Trolox/100 g de muestra). Las mediciones de absorbancia se efectuaron empleando un espectrofotómetro Genesis 20 ThermoSpectronic, modelo 4001/4, y el porcentaje de inhibición (%Inh) se determinó aplicando la ecuación respectiva.

Para la evaluación analítica, se determinó la absorbancia de la muestra de Aceite Esencial (AE), identificada como Amuestra, empleando una solución stock de 10000 ppm (constituida por 50 mg disueltos en 5 ml de Dimetilsulfóxido, DMSO, procedente de Merck). A partir de esta solución primaria se generaron diluciones graduales con concentraciones de 1, 50, 100, 150, 200, 250 y 300 ppm. Cada ensayo requirió 40 μL de muestra mezclados con 960 μL de la solución del radical DPPH. La Ablanco correspondió a la absorbancia del control negativo, conformado por 40 μL de muestra y 960 μL de MeOH, en tanto que la Areferencia representó la absorbancia del patrón de referencia, compuesto por 40 μL de DMSO y 960 μL de la solución de DPPH.

El método empleado para evaluar la capacidad antioxidante correspondió al método del 2,2-difenil-1-picrilhidracilo (DPPH), aplicándose en los tratamientos con adecuadas características fisicoquímicas: TxQM (bebida funcional con harina de quinua malteada) y TxQSM (bebida funcional con harina de quinua sin maltear), cada una con tres réplicas.

$$A = C.E.L$$

Dónde:

A: Absorbancia de la muestra

B: Concentración de cromóforo

L: Longitud de paso óptimo que contiene la muestra

E: Absortividad molar. Esto depende del cromóforo en si mismo de la λ y de las condiciones de la medida (Ph, T). Ya que la absorbancia es adimensional, las unidades son concentración⁻¹ longitud⁻¹.

Ecuación para determinar la capacidad antioxidante

$$\%inh = \left[1 - \frac{Amuestra - Ablanco}{Areferencia} \right] \times 100$$

Dónde:

%inh: Porcentaje de inhibición

Amuestra: Absorbancia de la bebida (con harina de quinua malteada y quinua sin maltear)

Ablanco: Absorbancia del blanco

Areferencia: Absorbancia de la referencia

b. Equipos, materiales y reactivos

• **Equipos**

- Balanza Digital Electrónica (Henkel, Hen-0.01-1000, 1000g-China) ES300A
- Equipo de extractor SOXHLET
- Equipo Kjeldahl (Tecnal, Modelo: TF 0363 Brasil)
- Estufa (Memmert – UN6200, Alemania)
- Horno rotativo, NOVA
- Mufla (Mrthermolyne, F1630)

- Agitador magnético
- Campana de desecación
- **Materiales**
 - Mesa e trabajo de acero inoxidable
 - Tamiz, 100 mesh
 - Lunas de reloj
 - Fiolas de 50ml y 100ml (Boeco)
 - Vasos de precipitación de 25, 50 y 100ml marca Pírex
 - Matraz Erlenmeyer 20 y 100ml marca Pírex
 - Papel Filtro (Whatman N° 40)
 - Crisol de porcelana (Marca: Halden wanger)
 - Bolsas de propileo con cierre hermético (Bell's)
 - Pinzas metálicas
 - Placas Petri (100 x 15 mm)
 - Embudo (100mm de diámetro)
- **Reactivos**
 - Agua destilada
 - Etanol al 95% (Marca: Merck)
 - Bisulfito de sodio
 - Éter de petróleo
 - Sulfato de potasio (K_2SO_4)
 - Sulfato de cobre ($CuSO_4$)
 - Ácido sulfúrico (H_2SO_4) al 99%
 - Hidróxido de Sodio ($NaOH$) al 40%
 - Fenolftaleína ($C_{20}H_{14}O_4$) al 1%
 - Ácido bórico al 2,5% 4%
 - Indicador Jhiotoshiro
 - Indicador rojo metilo
 - Ácido clorhídrico (HCl) al 0.1 N
 - 2,2-difenil-1-picrilhidrazil (DPPH).

3.5.3. Metodología para el Objetivo N° 3

Evaluar la influencia de la quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) malteada y sin maltear en la aceptabilidad sensorial de la bebida funcional a partir de papayita andina.

a. Variable de estudio

- **Variable independiente**

- Quinua (HQM: Harina de quinua malteada y HQSM: Harina de quinua sin maltear)
- Proporción de la Pulpa de papayita andina y harina de quinua (30%:70%, 50%:50%, 70%:30%)

- **Variable dependiente**

Aceptabilidad sensorial

- Color
- Olor
- Sabor
- Apariencia general

b. Diseño experimental

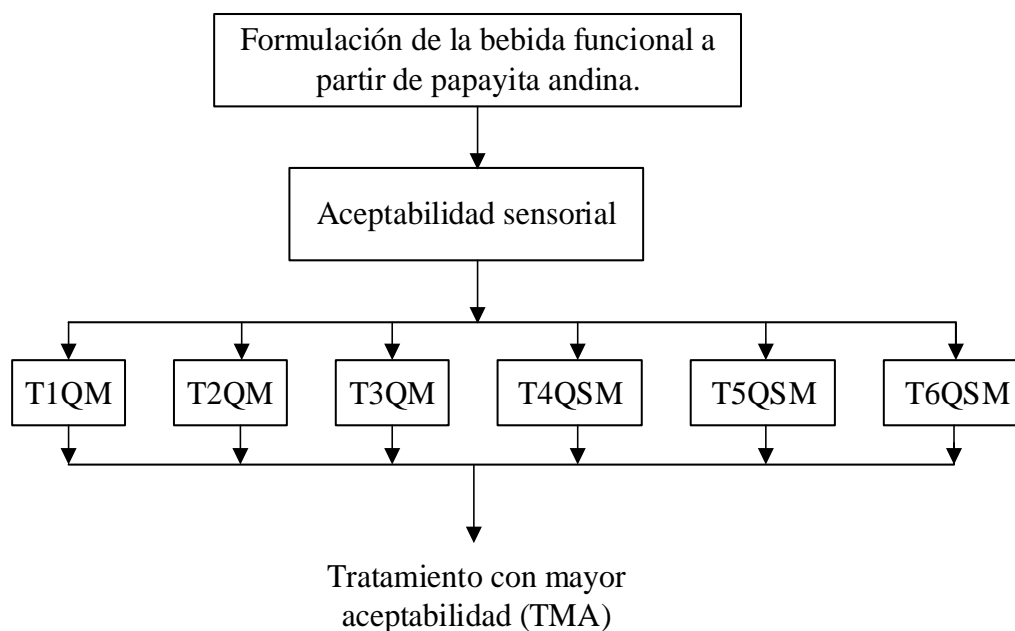


Figura 8: Diseño experimental del objetivo 3.

Tabla 11: Matriz del diseño de bloques completamente al azar (DBCA) para determinar la aceptabilidad de las bebidas.

| Tratamiento | Jueces | Atributos sensoriales | | | | TMA (Tratamiento con mayor aceptabilidad) |
|--------------------|--------------------|-----------------------|-------|------|--------------------|---|
| | | Color | Sabor | Olor | Apariencia General | |
| T1QM ^a | 1-100 ^c | | | | | |
| T2QM | 1-100 | | | | | |
| T3QM | 1-100 | | | | | |
| T4QSM ^b | 1-100 | | | | | |
| T5QSM ^b | 1-100 | | | | | |
| T6QSM ^b | 1-100 | | | | | |

Nota: a: Bebida funcional con harina de quinua malteada, b: Bebida funcional con harina de quinua sin maltear, c: cantidad de jueces no entrenados.

c. Diseño estadístico

Se utilizó el análisis estadístico correspondiente al diseño de bloques completamente al azar (DBCA) con un nivel de confianza del 95% ($\alpha = 0.05$). Esta metodología para la evaluación de la aceptabilidad sensorial facilita la obtención de datos específicos sobre las preferencias de los jueces no entrenados, contribuyendo a la toma de decisiones basada en evidencia científica respecto a los seis tratamientos analizados.

Modelo matemático de Diseño Completamente al Azar (DBCA).

En la aceptabilidad sensorial, donde se examinan atributos como el color, sabor, olor y la apariencia general de los seis tratamientos, se aplica el Diseño de Bloques Completamente al Azar (Gutiérrez & De la Vara, 2008). A continuación, se presenta en detalle el modelo matemático que fundamenta este enfoque analítico.

$$y_{ijk} = \mu + T_i + B_j + \varepsilon_{ijk}$$

Donde:

Y_{ijk} : es la observación del tratamiento i en el bloque j.

μ : es la media general.

T_i : es el efecto del tratamiento i.

B_j : es el efecto del bloque j.

ϵ_{ijk} : es el error aleatorio que se da en las réplicas.

d. Método de análisis

Se evaluó a los 6 tratamientos de la bebida obtenida, donde se trabajó con un panel de 100 jueces no entrenados tipo consumidor, se realizó entre estudiantes de la Universidad Nacional de Juliaca, el panelista expresa la aceptabilidad sensorial del (color, olor, sabor y apariencia general.) aplicando la escala hedónica de 5 puntos tal como se observa en el Anexo 7.

e. Materiales

- Cartillas de evaluación sensorial
- Vasos (Capacidad: 10ml)
- Agua mineral
- Lapiceros
- Mesas

CAPÍTULO IV
RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1. Análisis preliminar de la materia prima

En la Tabla 12, se muestra los datos obtenidos de la composición proximal y capacidad antioxidante de la harina de quinua malteada, harina de quinua sin maltear de la variedad (INIA-420- Negra Collana) y Papayita andina.

Tabla 12: Composición proximal y capacidad antioxidante de la harina de quinua malteada, harina de quinua sin maltear y papayita andina.

| Composición proximal | Materia prima | | |
|---|------------------------------|---|-------------------------|
| | Harina de quinua sin maltear | Harina malteada de quinua (72 h de germinado) | Fruto (Papayita Andina) |
| Humedad (%) | 8.36±0.42 | 6.83±0.35 | 84.57±0.20 |
| Proteína (%) | 12.43±0.11 | 12.70±0.14 | 0.54±0.04 |
| Grasa (%) | 6.60±0.35 | 5.33±0.07 | 0.28±0.02 |
| Cenizas (%) | 2.60±0.18 | 2.53±0.07 | 0.63±0.01 |
| Carbohidratos (%) | 70.01±0.58 | 72.59±0.50 | 13.98±0.24 |
| Capacidad antioxidante (Trolox CI50 µmol/100gr) | 1441.20 ±6.3 | 1017.28±4.31 | 1014.98±3.35 |

Humedad

En la Tabla 12 se observa los valores de humedad en la harina de quinua INIA-420 Negra Collana analizada en esta investigación. Inicialmente, la harina sin maltear mostró un contenido de humedad de 8.36 por ciento, que disminuyó a 6.83 por ciento después del proceso de malteado, evidenciando la reducción de humedad asociada a este tratamiento. Estos resultados son similares a los obtenidos por Bhinder *et al.* (2021), quienes reportaron un 8.75 por ciento de humedad en la harina cruda de quinua de la variedad Negra Collana y un 6.37 por ciento después del malteado, evidenciando una reducción de 2.38 por ciento en el contenido de humedad debido al proceso.

Por otro lado, el estudio de Pilco-Quesada *et al.* (2020) se evidencia una disminución menos pronunciada en la humedad de la harina de quinua malteada, que pasó de 10.70 a 9.10 por ciento. Esta leve reducción concuerda con la tendencia observada en otras investigaciones, aunque la magnitud de la disminución varía según las condiciones de procesamiento y la metodología utilizada en cada investigación. De manera complementaria, Arzapalo Quinto *et al.* (2015) reportaron un 11.50 por ciento de humedad en harina de quinua Negra Collana sin el proceso de malteado, mostrando una mayor retención de humedad que los valores observados en este estudio. Choque y Neira (2017), también aportaron datos relevantes mediante su análisis de composición proximal de la harina cruda de la quinua de la misma variedad, indicando un contenido de humedad del 9.00 por ciento. La reducción de humedad posterior al malteado observada en este estudio concuerda con los hallazgos de otros investigadores, lo que indica que dicho proceso podría impactar positivamente en la estabilidad y en las características físicas de la harina de quinua, disminuyendo su contenido de agua y, con ello, posiblemente prolongando su vida útil. El análisis de humedad en el fruto de papayita andina obtuvo un contenido de 84.57 por ciento. Este valor es comparable con los reportados en investigaciones: En su investigación Auquiñivin y Paucar-Menacho (2020) indicaron un 87.79 por ciento de humedad en pulpas frescas de papayita, mientras que Caldas y Carlos (2015) determinaron un valor de 88.80 por ciento en esta misma fruta. Por su parte, Uribe *et al.* (2015) reportaron un contenido de humedad más elevado, con un 91.60 por ciento en el fruto fresco. Estas variaciones pueden estar asociadas a diferencias en las condiciones de cultivo, recolección, procesamiento y en distintas regiones que se cultiva.

Proteína

La Tabla 12 muestra el contenido proteico total en harina de quinua sin proceso de malteado con 12,43% y en harina de quinua malteada con 12,70%. Investigaciones previas han demostrado que, durante la germinación de especies dicotiledóneas como la quinua, se registra un incremento en la concentración de aminoácidos en las primeras 24 a 72 horas (Bewley *et al.*, 2013). Sin embargo, la investigación de Bhinder *et al.* (2021) determinó que el contenido proteico en harina de quinua negra cruda fue de 11,51% y en harina de quinua negra malteada a diferentes períodos de germinación se incrementó a 12,15% a las 48 horas, pero experimentó una reducción leve a 11,37% a las 72 horas.

De acuerdo con Aviles (2019), el contenido proteico en harina de quinua alcanza 10,95%. Los hallazgos de Chavan *et al.* (1989) evidencian que la germinación incrementa la actividad proteolítica, generando la degradación de las prolaminas y consecuentemente la liberación de ácido glutámico y prolina, lo cual suministra nitrógeno para la biosíntesis del aminoácido limitante lisina, resultando en el mejoramiento de la calidad proteica.

El contenido de proteína en el fruto de papayita andina en este estudio se estableció en 0.54 por ciento. Investigaciones previas, como la de Hernandez *et al.* (2014), determinaron que los niveles de proteína en frutos frescos de papayita andina oscilaron entre 0.49 y 0.52 por ciento. Ortiz (2009) también reportó resultados similares, determinando un contenido de proteína de 0.40 por ciento en esta fruta. Por otro lado, Concha Valencia *et al.* (2002) encontraron un contenido de proteínas de 0.58 por ciento en la pulpa de papayita andina, mientras que Uribe *et al.* (2015) obtuvieron valores más altos, alcanzando un 0.90% en la pulpa de la fruta. Estas variaciones en los resultados pueden atribuirse a diversos factores, incluyendo el estado de madurez del fruto, las condiciones climáticas, la calidad del suelo, las distintas variedades de papayita andina analizadas y en distintos lugares de producción.

Grasa

Los estudios sobre las variedades de quinua malteados y germinados han sido escasos, en el presente trabajo de investigación fue de 6,60 por ciento en harina de quinua sin maltear, este valor obtenido es cercano al reportado por Choque y Neira (2017) donde en su investigación presento 6,36% así mismo Aviles (2019) menciona un valor de 6,74 por ciento de grasa.

Contrariamente a los dos autores mencionados anteriormente, el contenido de grasa disminuyó en la harina de quinua malteada a un valor de 5,33 por ciento en contenido de grasa como se observa en la Tabla 12, esto puede deberse por los cambios bioquímicos durante la etapa de germinación. En la investigación de (Aguilar *et al.*, 2019; Fischer *et al.*, 2017) el contenido de grasa disminuyó significativamente durante el proceso de germinación. Al final de la germinación (72 h), el contenido total de grasa se redujo de 15,2 a 7,6 por ciento en quinua. En general, el 25 por ciento de la grasa en las semillas de granos se pueden hidrolizar para promover la actividad respiratoria y cumplir con los requisitos de energía durante el proceso de germinado (Bewley *et al.*, 2013). Sin embargo, en el estudio de Pachari *et al.* (2019) que estudiaron las 3 variedades de quinua peruana nativa “Blanca de Juli”, “Roja Pasankalla” y “Negra Collana”, se observó un ligero aumento en el contenido de grasa de 1.20 por ciento para Blanca de Juli, 1.60 por ciento para Roja Pasankalla y 1.10 por ciento para Negra Collana, respectivamente, después de 72 h de germinado.

El contenido de grasa en la fruta de papayita andina presentó un valor de 0.28 por ciento. En la Investigación de Uribe *et al.* (2015), reportaron resultados similares, encontrando un contenido de grasa del 0.30 por ciento. Por otro lado, Concha Valencia *et al.* (2002) determinó un valor ligeramente inferior, de 0.25 por ciento, en la pulpa de papayita andina. Estas diferencias en los porcentajes de grasa pueden atribuirse a factores como el método de análisis utilizado y las condiciones de cultivo.

Cenizas

En la Tabla 12, se observa los resultados de ceniza para Harina de quinua sin germinar, Harina de quinua malteada y papayita andina. El contenido de ceniza en la harina de quinua sin malteada es 2,60 por ciento y en la harina de quinua malteada el contenido de ceniza es 2,53 por ciento; se observa una ligera disminución en un 0,07 por ciento. Este valor obtenido en la harina de quinua sin maltear es cercano al reportado por Aviles (2019), presenta un valor de 2.64 por ciento de ceniza para la harina de quinua INIA-420 Negra Collana, según Choque y Neira (2017) reporta 2,34 por ciento de ceniza, así mismo Arzapalo Quinto *et al.* (2015) menciona que obtuvo 2,62 por ciento de ceniza, se han reportado valores más altos de acuerdo a la investigación de Bhinder *et al.* (2021) menciona que obtuvo 3,91 por ciento de ceniza en harina de quinua INIA 420 Negra Collana. Según Pilco-Quesada *et al.* (2020) informaron una disminución más

pronunciada en el contenido de ceniza de la malta de quinua después de 24 h del tiempo de germinado, del 5,50 al 2,60 por ciento; sin embargo, se observa un aumento en ceniza al 3,60 por ciento a medida que el tiempo de germinado y malteado aumentó a 72 h. Bewley *et al.* (2013) sugieren que la pérdida de contenido mineral puede deberse a la lixiviación en el agua durante el remojo y a la utilización de minerales como coenzimas para la catálisis de carbohidratos y proteínas durante la germinación, lo que lleva a su reubicación a las radículas que luego se eliminaron en el proceso de secado(malteado).

El contenido de ceniza en la fruta de papayita andina presento un valor de 0.63 por ciento. Comparados con otros estudios los resultados son similares en la investigación de Uribe *et al.* (2015) reportaron un contenido de ceniza de 0.60 por ciento, mientras que Concha Valencia *et al.* (2002) encontraron un valor ligeramente superior, de 0.64 por ciento, en la pulpa de papayita andina. Además, Auquiñivin y Paucar-Menacho (2020) presentaron resultados similares, con un contenido de ceniza de 0.57 por ciento. Por otro lado, Ortiz (2009) reporto un porcentaje más bajo, de 0.50 por ciento, en frutos frescos de papayita andina.

Carbohidratos

En la Tabla 12, se presentan los resultados del análisis del contenido de carbohidratos en diferentes tipos de harina de quinua. Se observó que la harina de quinua sin maltear presenta un contenido de carbohidratos del 70.01 por ciento, mientras que la harina de quinua malteada, sometida a un proceso de germinación durante 72 horas, muestra un valor ligeramente superior de 72.59 por ciento. Estos resultados son consistentes con los hallazgos de Pilco-Quesada *et al.* (2020), quienes reportaron un contenido de carbohidratos de 64.60 por ciento en la harina de quinua no germinada y una ligera disminución a 61.71 por ciento en la harina de quinua malteada tras 72 horas de germinación, específicamente para la variedad Chullpi. Además, Aviles (2019) proporciona un valor similar, indicando que la harina de quinua Negra Collana no germinada contiene un 62.74 por ciento de carbohidratos. Estos datos destacan las variaciones en el contenido de carbohidratos en función del tratamiento y la variedad de quinua, lo que sugiere que el proceso de malteado y el tipo de quinua utilizada pueden influir significativamente en la composición nutricional de las harinas.

En el presente estudio, el contenido de carbohidratos en el fruto de papayita andina se estableció en un 13.98 por ciento. Este hallazgo es notablemente superior en comparación con los

resultados obtenidos en investigaciones anteriores. Según Hernandez *et al.* (2014) reportaron que el contenido de carbohidratos en el fruto de papayita andina esta entre 9.52 y 9.56 por ciento. Asimismo, en un estudio realizado por Uribe *et al.* (2005) determinaron un contenido de carbohidratos de solo 4.90 por ciento. Además, Concha Valencia *et al.* (2002) reportaron un contenido de carbohidratos de 4.68 por ciento en papayita chilena.

Capacidad antioxidante

La capacidad antioxidante de las harinas de quinua sin maltear y harina de quinua malteada se muestran en la Tabla 12. La capacidad antioxidante de la harina de quinua sin maltear fue de 1441.2 $\mu\text{molCI50}/100\text{g}$ y de la harina de quinua malteada fue de 1017.3 $\mu\text{molCI50}/100\text{g}$ respectivamente. Alarcon - Mite *et al.* (2022) afirman que, según el parámetro un menor IC50, indica una mayor capacidad de eliminación de radicales libres. El IC50 es la concentración del extracto que reduce 50 % del radical libre. Los valores bajos de IC50 se asocian con el poder antioxidante mayor (Einbond et al., 2004) quiere decir que frente a la harina de quinua sin maltear, la harina de quinua malteada y la papayita andina necesitan menos cantidad de esta muestra para lograr inhibir el 50% de radicales presentes.

En la investigación de Bhinder *et al.* (2021) informaron un incremento en actividad antioxidante después del malteado a 72 horas del tiempo de germinado de 10,07 $\mu\text{mol TE}/1\text{g}$ en la harina de quinua blanca y un 12,15 $\mu\text{mol TE}/\text{g}$ en la harina de quinua Negra, mientras en la harina de quinua blanca no modificado presento 7,9 $\mu\text{mol TE}/\text{g}$ y en la harina de quinua negra no modificada presento un valor de 10,17 $\mu\text{mol TE}/\text{g}$, además el color del grano contribuye más a esta variación. En la investigación de Carciochi *et al.* (2016) reportaron el efecto de las condiciones de malteado sobre la capacidad antioxidante en quinua cruda y malteada en donde los resultados de la quinua cruda fueron de 13,61 $\mu\text{mol TE}/100\text{g}$ y malteada de 27,39 $\mu\text{mol TE}/100\text{g}$. Por otro lado, el incremento de la actividad antioxidante en los granos de quinua durante la germinación fue descrito por Paško *et al.* (2009), quienes observaron el máximo incremento al sexto día de germinación. Además, se ha descubierto que el malteado y la germinación mejoran las actividades antioxidantes de varios cereales, legumbres y pseudocereales mediante la biosíntesis (Alvarez-Jubete *et al.*, 2010).

El valor de la capacidad antioxidante en el fruto papayita andina fue de 1015 $\mu\text{mol CI50}/100\text{g}$. Un estudio realizado por Laily y Sugiyarto (2012) indicaron que el fruto de *carica pubescens*

cultivado en diferentes altitudes tenía diferente capacidad antioxidante donde se encontró que a una altitud de 1900 msnm con CI50 de 1294 mg/100ml. Otro estudio de Repo de Carrasco y Encina (2008), reportaron valores de capacidad antioxidante en frutas nativas del Perú donde la papaya de monte tuvo (1,936 $\mu\text{mol TE}/100\text{g}$ de tejido) mayor capacidad antioxidante; seguido por el tomate de árbol (853 $\mu\text{mol TE}/100\text{g}$ de tejido); aguaymanto (729 $\mu\text{mol TE}/100\text{g}$ de tejido) y finalmente la tuna roja (482 $\mu\text{mol TE}/100\text{g}$ de tejido).

4.2. Determinar los efectos de la adición de la quinua malteada y sin maltear en las características fisicoquímicas de la bebida funcional a partir de papayita andina.

4.2.1. Características físicas (Propiedades reológicas, Índice de sedimentación y Color)

Propiedades reológicas

Los resultados experimentales de la velocidad de deformación y el esfuerzo de corte como se muestra en el Anexo 2 – Tabla 17. Los parámetros reológicos de la bebida se ajustaron a los modelos de la Ley de la Potencia, cuyos resultados se presentan en la Tabla 13.

Tabla 13: Clasificación de parámetros reológicos de la bebida funcional de papayita andina con harina de quinua malteada y sin maltear.

| Tratamiento | Velocidad de deformación [1/s] $\dot{\gamma}$ | Índice de consistencia K (Pa.s ⁿ) | Índice de comportamiento de flujo (η) | R ² |
|------------------------------------|--|--|--|----------------|
| T1QM (30% QM: 70% PP) | 3.13 | 0.598±0.33 | 0.256±0.05 | 0.97 |
| | 97 | 1.983±0.08 | 0.023±0.03 | |
| | 136 | 2.465±0.12 | 0.020±0.06 | |
| | 200 | 3.231±0.04 | 0.018±0.17 | |
| | 300 | 4.038±0.13 | 0.015±0.04 | |
| T2QM (50% QM: 50% PP) | 3.13 | 0.220±0.03 | 0.077±0.00 | 0.95 |
| | 97 | 2.167±0.05 | 0.025±0.11 | |
| | 136 | 2.684±0.41 | 0.022±0.20 | |
| | 200 | 3.412±0.05 | 0.019±0.09 | |
| | 300 | 4.348±0.03 | 0.016±0.07 | |

<<continuación>>

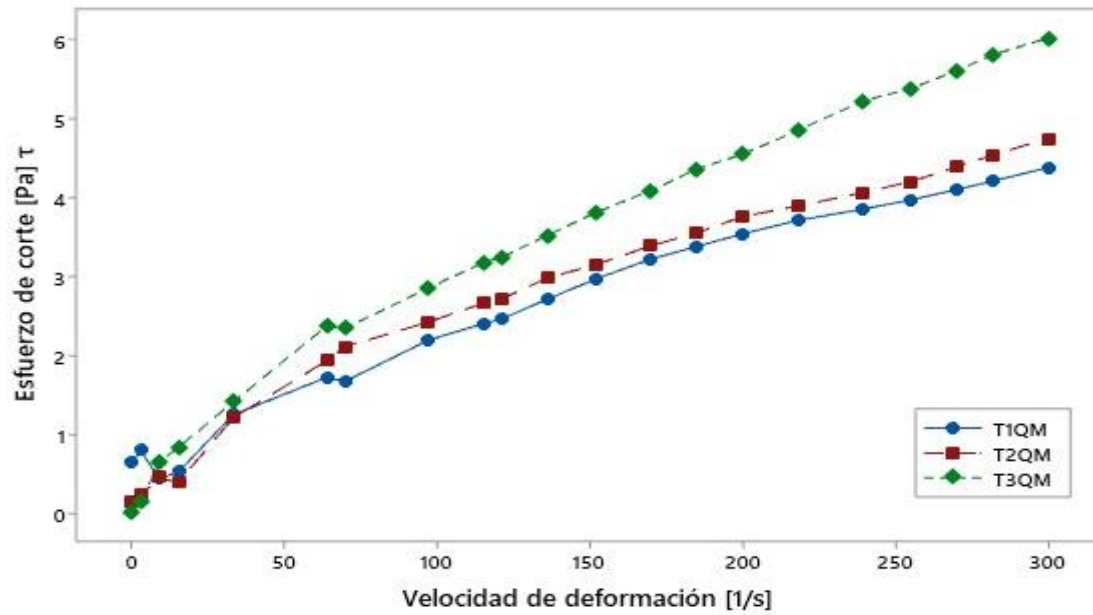
| | | | | |
|---------------------------------------|------|------------|------------|------|
| T3QM (70% QM: 30% PP) | 3.13 | 0.142±0.01 | 0.048±0.26 | |
| | 97 | 2.499±0.05 | 0.029±0.15 | |
| | 136 | 3.107±0.36 | 0.026±0.33 | 0.97 |
| | 200 | 4.041±0.21 | 0.023±0.08 | |
| | 300 | 5.377±0.18 | 0.020±0.03 | |
| T4QSM (30% QSM: 70% PP) | 3.13 | 0.323±0.53 | 0.118±0.02 | |
| | 97 | 1.467±0.22 | 0.016±0.19 | |
| | 136 | 1.608±0.14 | 0.013±0.09 | 0.98 |
| | 200 | 2.084±0.09 | 0.011±0.20 | |
| | 300 | 2.744±0.02 | 0.010±0.06 | |
| T5 QSM (50% QSM: 50% PP) | 3.13 | 0.375±0.04 | 0.141±0.12 | |
| | 97 | 2.567±0.06 | 0.030±0.08 | |
| | 136 | 3.084±0.12 | 0.026±0.01 | 0.95 |
| | 200 | 3.813±0.16 | 0.021±0.13 | |
| | 300 | 4.841±0.04 | 0.018±0.04 | |
| T6QSM (70% QSM: 70% PP) | 3.13 | 0.331±0.22 | 0.121±0.36 | |
| | 97 | 2.544±0.06 | 0.030±0.41 | |
| | 136 | 3.161±0.01 | 0.026±0.09 | 0.97 |
| | 200 | 3.986±0.14 | 0.022±0.13 | |
| | 300 | 5.186±0.31 | 0.019±0.23 | |

Los fluidos alimentarios suelen presentar un índice de comportamiento de flujo (n) inferior a 1, clasificándolos como pseudoplásticos, tal como reporta Salinas *et al.* (2019). En esta investigación, los resultados indican que la concentración de las materias primas (Harina de quinua malteada, Harina de quinua sin maltear y Pulpa de papayita andina) influye notablemente en el comportamiento reológico del fluido, analizados bajo condiciones de temperatura constante a 25°C. Los modelos ajustados presentaron coeficientes de determinación (R^2) entre 0,95 y 0,98, lo que sugiere una representación precisa de las curvas de flujo. Los valores de índice de comportamiento de flujo, oscilaron en un rango de 0,010 a 0,256 ($n < 1$), ratificando el comportamiento pseudoplástico en el fluido.

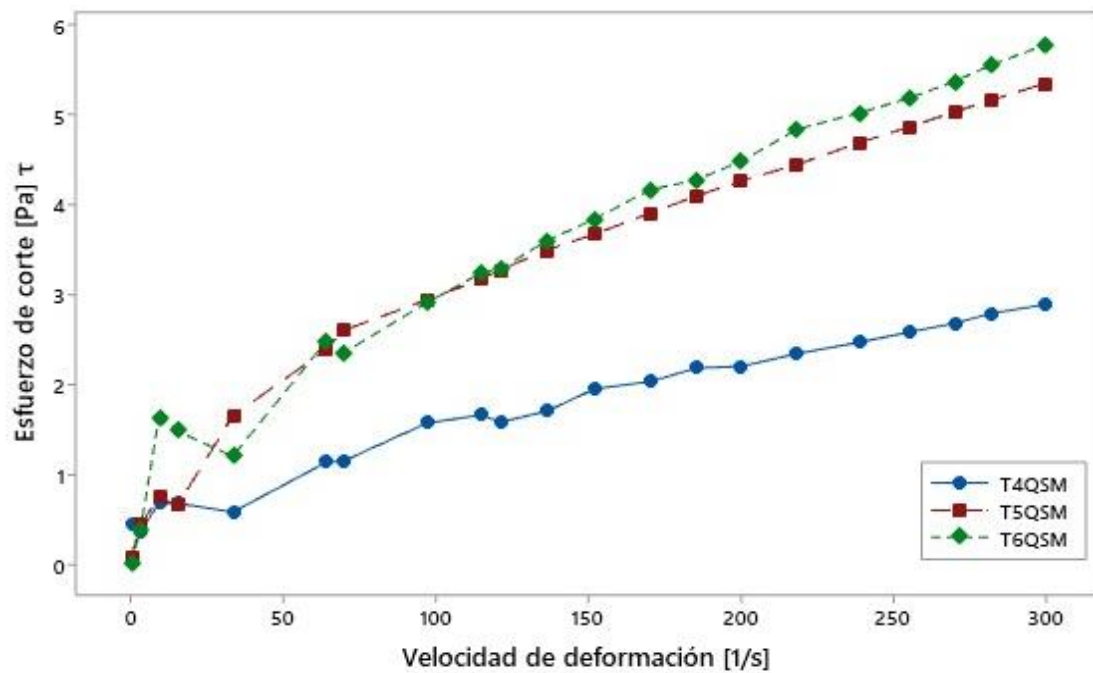
Este comportamiento es congruente con los resultados de De la Cruz (2018), quien evidenció en el jugo de “Puro puro” una disminución en el índice de comportamiento al flujo a medida que aumentaba la concentración de puro puro, con valores que variaban entre 0,3102 y 0,5465,

también por debajo de uno, corroborando su clasificación como fluido pseudoplástico. Por otro lado, Calderón y Calderón (2019) observaron que el índice de consistencia (K) de una bebida funcional formulada con mucílago de corteza de Huampo Blanco y chía edulcorada con Stevia varía con el incremento en la concentración del gel de corteza de 10, 20, 30 y 40 por ciento, aumentando de 1,997 a 4,776. En estas formulaciones, el índice de flujo (n) estuvo entre 0,341 y 0,472, también en la categoría de comportamiento pseudoplástico y característico de un fluido no newtoniano. Según Patra et al. (2021) concluyen que la ley de potencia es una herramienta apropiada para caracterizar el comportamiento de flujo en bebidas a base de plantas, sin necesidad de aplicar un esfuerzo cortante inicial.

En la Figura 9 – (a), se observa que los tratamientos T1QM, T2QM y T3QM se comportan como fluidos pseudoplásticos, con la viscosidad aparente que disminuyen a medida que aumenta la velocidad de deformación. Las diferencias entre las curvas varían, probablemente por la concentración de la harina de quinua malteada y de la papayita andina que afecta su viscosidad. El tratamiento T3QM es la más viscosa, seguido de T2QM y T1QM, respectivamente. En la Figura 9 – (b), muestra la relación entre el esfuerzo de corte y la velocidad de deformación para los tres tratamientos de la bebida a partir de la papayita andina con harina de quinua sin maltear (T4QSM, T5QSM y T6QSM). La pendiente de las curvas de la muestra que, a medida que aumenta la velocidad de deformación, el esfuerzo de corte aumenta, pero no de manera lineal. Esto es típico de fluidos pseudoplásticos, donde el índice de comportamiento de flujo n es menor a 1, lo que indica que el fluido se vuelve “más delgado o con menor viscosidad” a mayor velocidad de corte. Los tres tratamientos muestran comportamientos pseudoplástico. La muestra T4QSM tiene el menor esfuerzo de corte, lo que indica que es menos viscosa comparada con T5QSM y T6QSM.



(a)

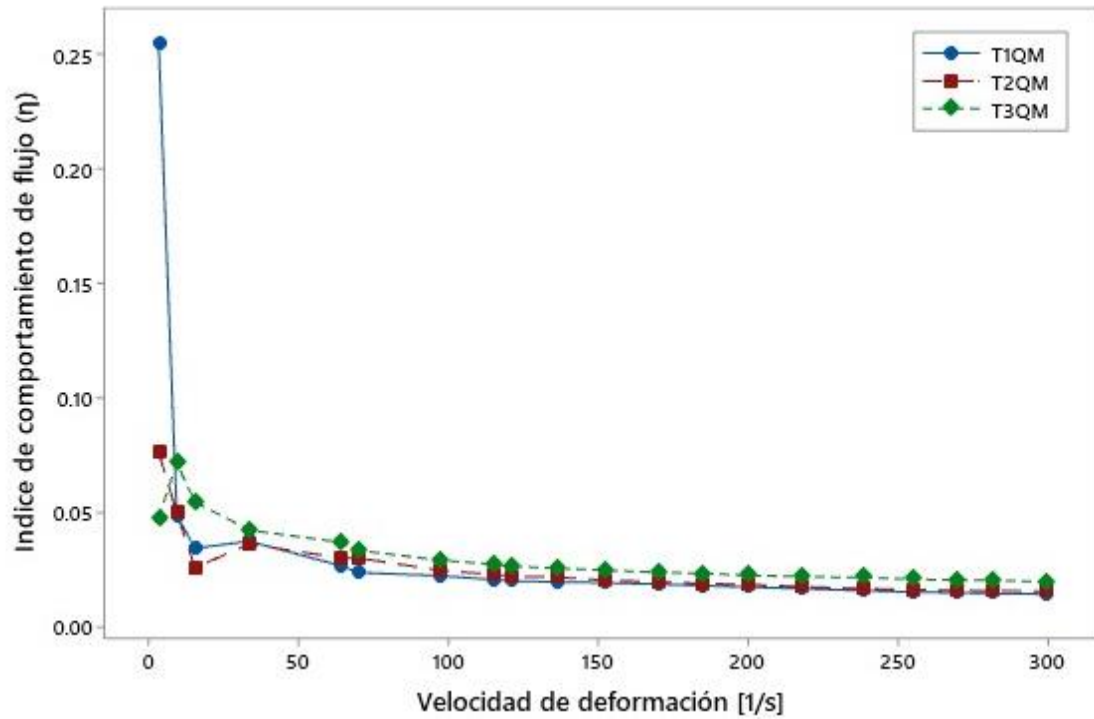


(b)

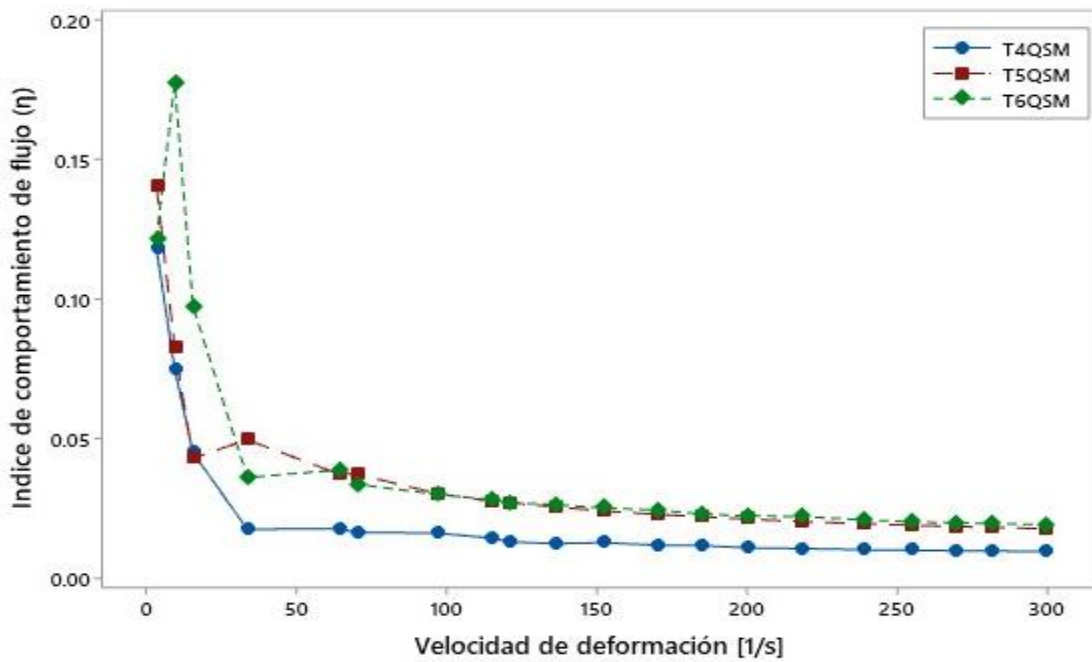
Figura 9: Curvas de flujo de las bebidas funcionales con diferentes concentraciones de (a) bebida con harina de quinua malteada HQM y (b) bebida con harina sin maltear HQSM.

Las Figuras 10 - (a) y 10 - (b) se presentan el índice de comportamiento de flujo de las bebidas en función de la velocidad de deformación. En cuanto a la viscosidad de las bebidas elaboradas con harina de quinua malteada (HQM), se identifica que la muestra T1QM registra el valor más bajo (0,018 Pa·s), mientras que en las bebidas a base de harina de quinua sin maltear (HQSM), la menor viscosidad corresponde a la muestra T4QSM (0,011 Pa·s). En contraste, T3QM presenta la mayor viscosidad entre las bebidas con HQM (0,023 Pa·s) y T6QSM es la de mayor viscosidad en el grupo de bebidas con HQSM (0,022 Pa·s). Estos valores concuerdan con la investigación realizado por Soares *et al.* (2024), quienes observaron que la viscosidad de una bebida de maracuyá con mucílago de chíá varió de 0,011 a 0,016 Pa·s en función de la concentración de mucílago. Asimismo, estudios de Silva *et al.* (2020) sobre bebidas vegetales a base de nuez de Brasil y macadamia presentaron valores menores a uno, el índice de comportamiento de flujo oscilo en un rango de 0.65 y 0.71 Pa·s. y de Altan & Maskan (2005) sobre jugos y concentrados de granada muestran valores de viscosidad en rangos de 0.008 a 0.012 Pa·s comparables bajo condiciones experimentales similares (25°C). Por su parte, Patrycja *et al.* (2022), en su investigación sobre propiedades ópticas y reológicas aplicadas a la evaluación de calidad en bebidas tipo yogurt elaboradas a partir de frijoles, determinó un índice de comportamiento de flujo que fluctuó entre 0.71 y 0.93 Pa·s, en función de la concentración de frijoles y del tamaño de partícula, a una velocidad de deformación de 75 s⁻¹.

Este índice de comportamiento de flujo es fundamental para describir el comportamiento reológico de los fluidos, especialmente en los no newtonianos como los pseudoplásticos, donde el índice de flujo disminuye notablemente con el aumento de la velocidad de deformación. Los tratamientos T1QM, T6QSM, T5QSM y T4QSM muestran una alta sensibilidad inicial a la velocidad de deformación, lo que se observa una alta viscosidad inicial que disminuye rápidamente. En contraste, T2QM y T3QM exhiben comportamientos reológicos más consistentes entre sí. Estos resultados son característicos de fluidos que se adelgazan por cizallamiento, volviéndose menos viscosos a medida que aumenta la velocidad de deformación.



(a)



(b)

Figura 10: Variación de la viscosidad de la bebida a partir de la papayita andina a distintas % de (a) HQM y (b) HQSM con velocidad de deformación a 25°C.

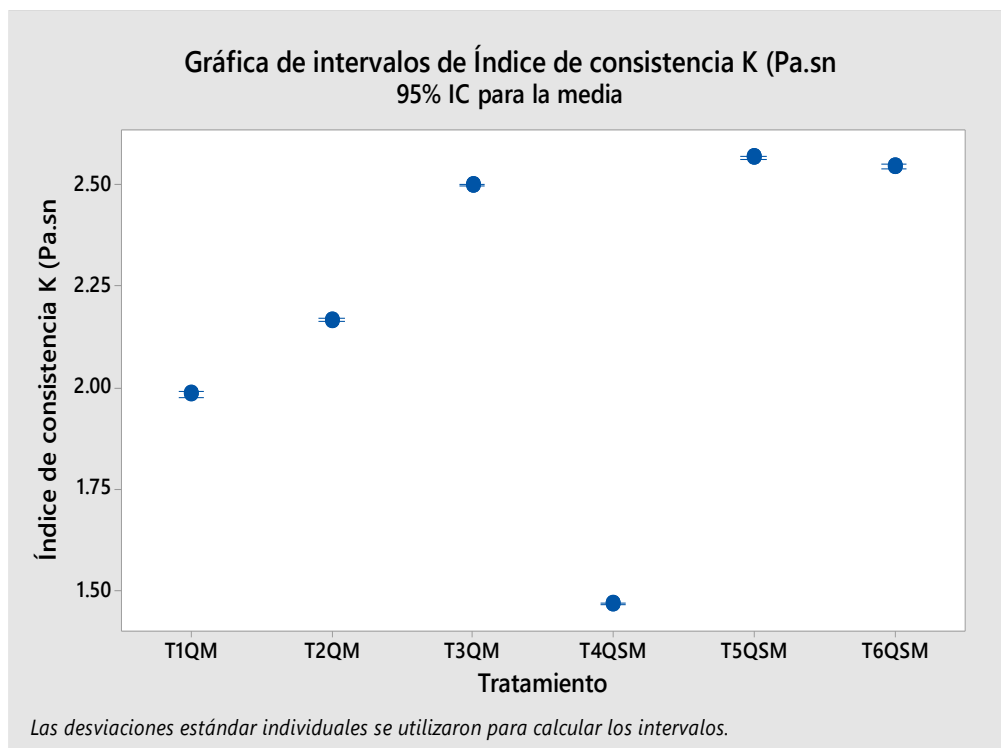


Figura 11: Grafico de índice de consistencia a una velocidad de deformación constante de 97 s^{-1} para los seis tratamientos (a) T1QM, (b) T2QM, (c) T3QM, (d) T4QSM, (e) T5QSM y (f) T6QSM.

En la Figura 11 se observa que los tratamientos con harina de quinua malteada (T1QM, T2QM, T3QM) muestran un incremento progresivo del índice de consistencia a medida que aumenta la proporción de harina 1.98, 2.15 y 2.50 Pa.s respectivamente. Los tratamientos con harina sin maltear (T4QSM, T5QSM, T6QSM) presentan un comportamiento diferente, donde T4QSM muestra el valor más bajo (1.46 Pa.s), pero T5QSM y T6QSM alcanzan los valores más altos de todos los tratamientos (aproximadamente 2.56 Pa.s). Para ambos tipos de harina, los valores más altos de consistencia se encuentran en las mezclas con mayor proporción de harina de quinua. lo que demuestra que tanto el procesamiento de la harina como su proporción en la mezcla influyen decisivamente en las propiedades reológicas del producto final de la bebida funcional a partir de papayita andina.

Según el estudio de Marconati y Raman violi (2020), los líquidos con un comportamiento pseudoplásticos pronunciado muestran una velocidad de desplazamiento constante en la cavidad oral cuando se evalúan bajo condiciones in vitro. Aunque estos fluidos experimentan un

aumento en su viscosidad al ser expuestos a tasas de corte cercanas a los 100 s^{-1} , los resultados sugieren que el transporte oral simulado está principalmente determinado por la viscosidad mantenida a una tasa de corte constante

Por su parte Chen y Lolivret (2011), encontraron una asociación significativa entre la viscosidad aparente bajo cizallamiento y la facilidad de deglución en 18 alimentos líquidos. Las mediciones se realizaron a $37 \text{ }^\circ\text{C}$, con velocidades de cizallamiento desde 0,1 hasta 200 s^{-1} , y se compararon en cuatro velocidades representativas (1, 10, 50 y 100 s^{-1}). Esto sugiere que la deformación por esfuerzo cortante influye en la formación del bolo alimenticio y su paso por la cavidad oral.

En el estudio realizado por Germain *et al.* (2006), se analizaron las características reológicas de néctares espesados con almidón de maíz y gomas, determinando los índices de consistencia y comportamiento a una velocidad de corte constante de 50 s^{-1} . Los valores obtenidos para el índice de consistencia variaron según el tipo de fruta: 3.60 Pa·s para el jugo de naranja, 2.76 Pa·s para el de manzana y 1.61 Pa·s en el caso del arándano.

En su investigación, Stokes *et al.* (2013) demuestra que la reología de una bebida saludable, específicamente en términos de viscosidad y elasticidad, exhibe variaciones significativas cuando se evalúa a una velocidad de deformación de 100 s^{-1} . Esto implica que las propiedades reológicas de la bebida varían considerablemente dependiendo de las condiciones de flujo durante la deglución, lo que puede influir en su textura y estabilidad.

En esta investigación se evaluó a una velocidad de deformación de 97 s^{-1} como se observa en el Anexo 2 – Tabla (18 y 19), el análisis de varianza (ANOVA) mostró diferencias altamente significativas ($p < 0.001$) en el índice de consistencia (K) entre los tratamientos evaluados, indicando un efecto estadísticamente relevante del tratamiento sobre esta variable. Además, las comparaciones múltiples realizadas mediante la prueba de Tukey Anexo 2 – Tabla 20, permitieron identificar seis grupos significativamente distintos. El tratamiento T5QSM presentó el mayor valor promedio de consistencia, mientras que T4QSM obtuvo el menor. Estos resultados reflejan que las formulaciones utilizadas harina de quinua (malteada y sin maltar) influyen significativamente en el comportamiento reológico de las muestras.

ÍNDICE DE SEDIMENTACION

La Figura 12 – (a) y 12 – (b), muestra cómo evoluciona el índice de sedimentación a lo largo del tiempo 404.51 horas (14 días). En el Anexo 2, se presentan Tablas comparativas de los diferentes tratamientos (T1QM, T2QM, T3QM, T4QSM, T5QSM y T6QSM) en función de su índice de sedimentación.

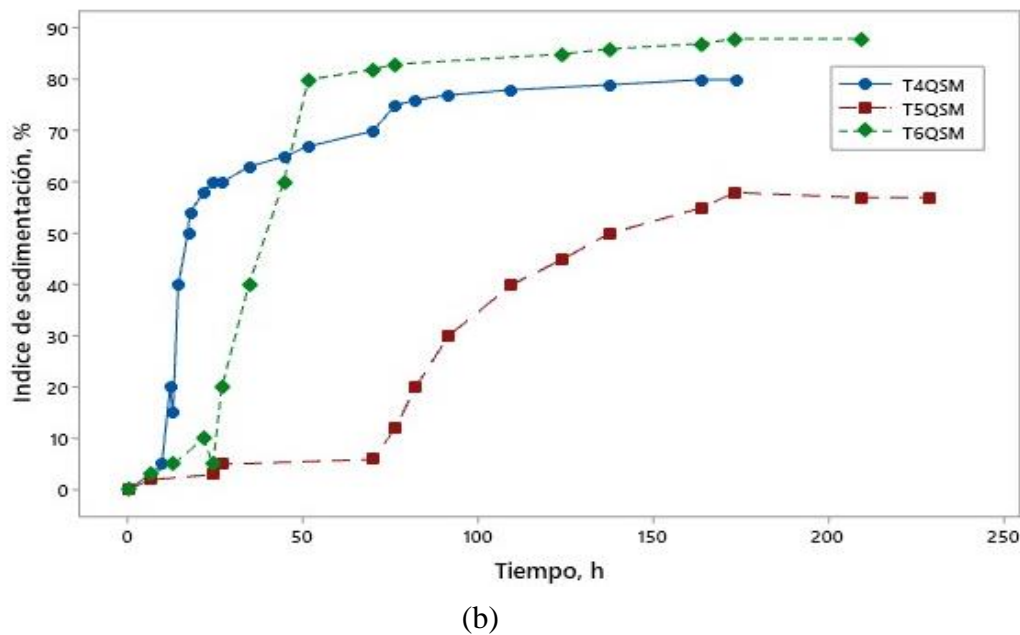
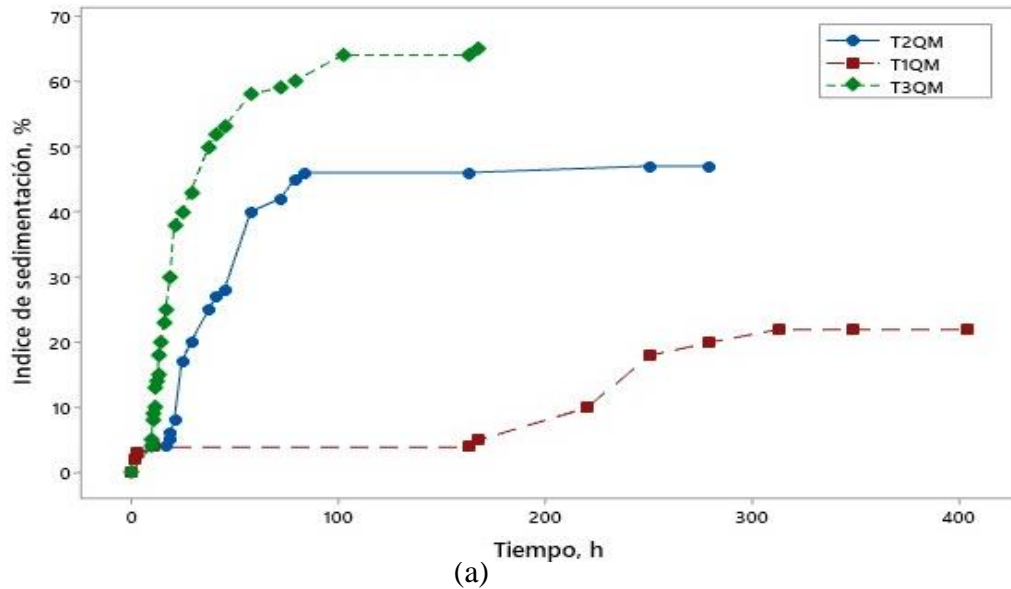


Figura 12: Comportamiento del índice de sedimentación en bebidas funcional a partir de papayita andina (a) QM: Quinoa malteada y (b) QSM: Quinoa sin maltear durante 404.51 horas a temperatura 25°C.

En las Figuras 12 – (a) y 12 – (b), se observa que el tratamiento T1QM presenta la mayor estabilidad, con el menor índice de sedimentación, que alcanza el 22 por ciento respecto a la relación de la altura después de 313 horas, lo que sugiere una mejor suspensión de las partículas en la bebida tipo néctar de papayita andina. Los tratamientos T3QM exhibe una sedimentación más rápida en comparación con T1QM, pero aún muestran una estabilidad intermedia. Para la bebida con harina de quinua sin maltear el tratamiento T5QSM presenta una mayor estabilidad, con un índice de sedimentación de 57 por ciento en relación a la altura a los 209.18 horas. En contraste, los tratamientos T2QM, T4QSM y T6QSM presentan una menor estabilidad, con una sedimentación más pronunciada en un corto periodo de tiempo. Estos resultados son coherentes con los hallazgos de Alhuay (2018), quien investigó las propiedades físicas del néctar de papayita nativa utilizando diferentes concentraciones de Carboximetilcelulosa (CMC) y goma xantana (GX). En su estudio, se observó que los índices de sedimentación en las formulaciones con estos aditivos alcanzaron valores de 24, 17, 15 y 10 por ciento a lo largo de 30 días bajo condiciones ambientales, destacándose que los tratamientos con mayores concentraciones de goma xantana no presentaron sedimentación significativa durante el período evaluado, lo que refleja una mejora en la estabilidad del producto.

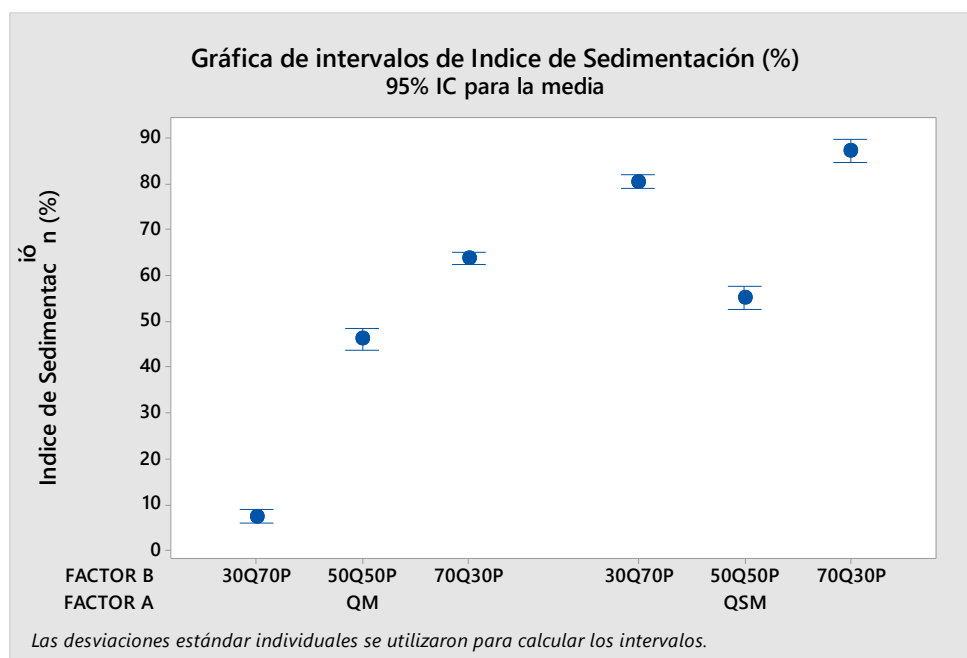


Figura 13: Variación del índice de sedimentación en bebidas funcional de papayita andina, evaluadas a las 163,94 horas.

En la Figura 13 se observa el comportamiento del índice de sedimentación IS(t) tras 163.94 horas de evaluación, el análisis revela que las formulaciones con harina de quinua malteada presentan significativamente mayor estabilidad que aquellas con harina sin maltear, destacándose el tratamiento T1QM (30% harina de quinua malteada y 70% papayita andina) con el valor más alto (91.83%) alcanzando a un 7% de sedimentación de sólidos, lo que indica una resistencia superior a la sedimentación. Se observa una tendencia decreciente en la estabilidad al aumentar la concentración de harina de quinua malteada (T1QM>T2QM>T3QM), mientras que en las formulaciones con quinua sin maltear se aprecia un comportamiento no lineal, con T5QSM (50% quinua sin maltear y 50% papayita andina) mostrando mayor estabilidad (45.47%) con un 55% de sedimentación de sólidos que T4QSM y T6QSM. Estos resultados sugieren que el proceso de malteado mejora significativamente las propiedades de la harina de quinua, probablemente debido a modificaciones en la estructura del almidón y las proteínas durante la germinación y el malteado, permitiendo una mejor interacción con los componentes de la pulpa de papayita andina para formar sistemas más estables, especialmente en formulaciones con mayor proporción de pulpa (70% de papayita andina).

De manera similar, Camelo y López (2021) desarrollaron una bebida funcional a base de arándanos y almendras donde evaluaron el porcentaje de sedimentación de sus formulaciones en distintos intervalos de tiempo. Tras 5 minutos de evaluación, las formulaciones que contenían un 24% de zumo de arándano y un 24% de almendras presentaron un índice de sedimentación de hasta el 32 por ciento. En cambio, las bebidas con un 43% de zumo de arándano y un 24% de almendras mostraron un índice de sedimentación mucho más bajo, oscilando entre el 12 y 18 por ciento en el mismo periodo de tiempo. Estos resultados resaltan la influencia de la concentración de los ingredientes en la estabilidad de la bebida. Por otro lado, Saricaoglu *et al.* (2019) evaluó el uso de homogeneización multipaso a alta presión para optimizar la estabilidad, las propiedades físicas y bioactivas del néctar de rosa mosqueta. En cuanto al índice de sedimentación, se observó separación de fases en la muestra control, que presentó un 16% de sedimentación tras 3 días de almacenamiento, debido al tamaño de las partículas. En cambio, las muestras sometidas a homogeneización a alta presión evitaron esta separación de fases. Después de 15 días, el índice de sedimentación en la muestra control incrementó al 26%.

Según Kubo *et al.* (2013), se recomienda la homogeneización a alta presión para mejorar la consistencia de productos como el jugo de tomate, lo que podría reducir la necesidad de aditivos y disminuir la sedimentación de partículas y la separación del suero. En su investigación, la evaluación temprana de estos factores se realizó cada 24 horas durante un periodo de 60 días, simulando así una evaluación de vida útil del producto.

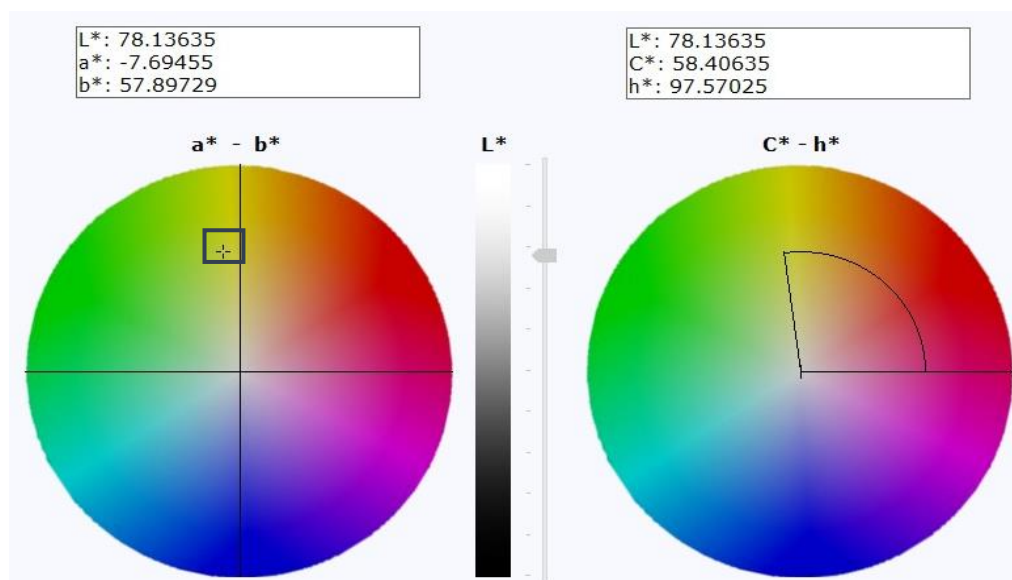
Además, Yadav *et al.* (2017) señalan que las bebidas vegetales contienen partículas insolubles, como almidón, fibra y proteínas, que tienden a depositarse, provocando inestabilidad en el producto. Por esta razón, se recomienda reducir el tamaño de las partículas y emplear emulsiones o hidrocoloides para mejorar la estabilidad del producto. El tratamiento T1QM fueron los más adecuados en la estabilidad física de las bebidas, expresando una reducción del índice de sedimentación. Además del tamaño de las partículas y la densidad de los componentes, la viscosidad del producto también es un parámetro importante para detener la separación de fase. La estabilidad varía considerablemente en función de la materia prima a añadir, así como de la formulación. La ley de Stokes establece que la velocidad de sedimentación de partículas esféricas depende de las propiedades de las partículas y del medio en el que se dispersan. De acuerdo a esta ley, la velocidad de sedimentación de las partículas es proporcional al tamaño de las partículas y la diferencia de densidades de las partículas y el medio disperso, e inversamente proporcional a la viscosidad del medio disperso (Kubo *et al.*, 2013).

Según se detalla en el Anexo 2 – Tabla 22, se aplicó un análisis de varianza (ANOVA) con el objetivo de determinar el impacto de los distintos tratamientos sobre el índice de sedimentación en bebidas funcionales elaboradas con papayita andina, considerando diversas proporciones de harina de quinua (malteada y sin maltear), tras un periodo de evaluación de 163,49 horas. Los resultados mostraron diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos (valor $p = 0.000$), lo que confirma que al menos uno de ellos difiere del resto con un nivel de confianza del 95 %. Por otro lado, las comparaciones múltiples realizadas mediante la prueba de Tukey Anexo 2 – Tabla 23, permitieron clasificar los tratamientos en grupos estadísticamente distintos. El tratamiento T1QM (formulado con 30 % de harina de quinua malteada y 70 % de pulpa de papaya) destacó al presentar la media más baja en función al sedimento (7.33 %), situándose en el grupo F y con índice de sedimentación o estabilidad del 92,67%. Este resultado sugiere una

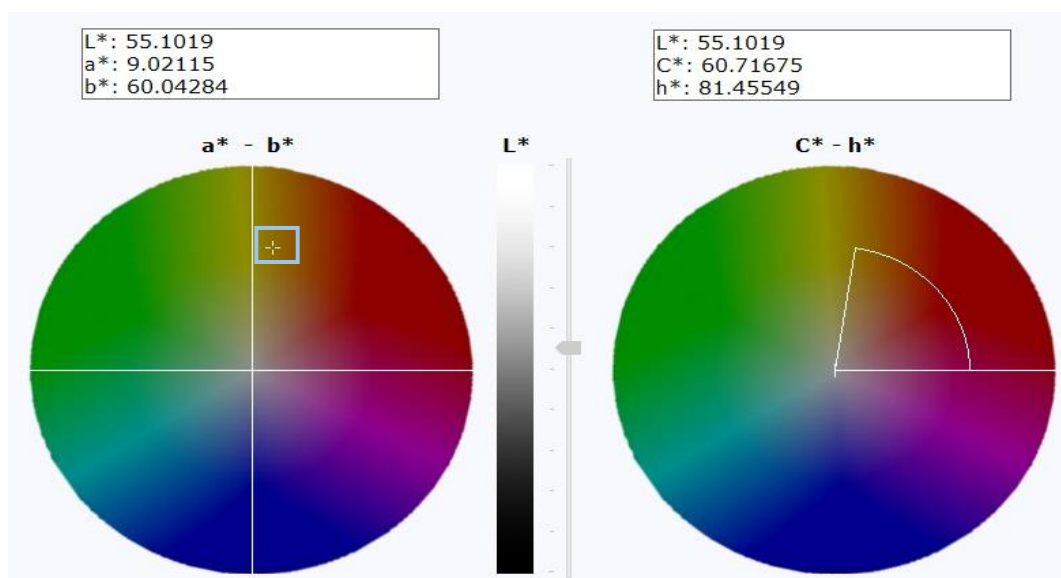
mayor estabilidad física de la bebida funcional de papayita andina en comparación con los demás tratamientos evaluados.

COLOR

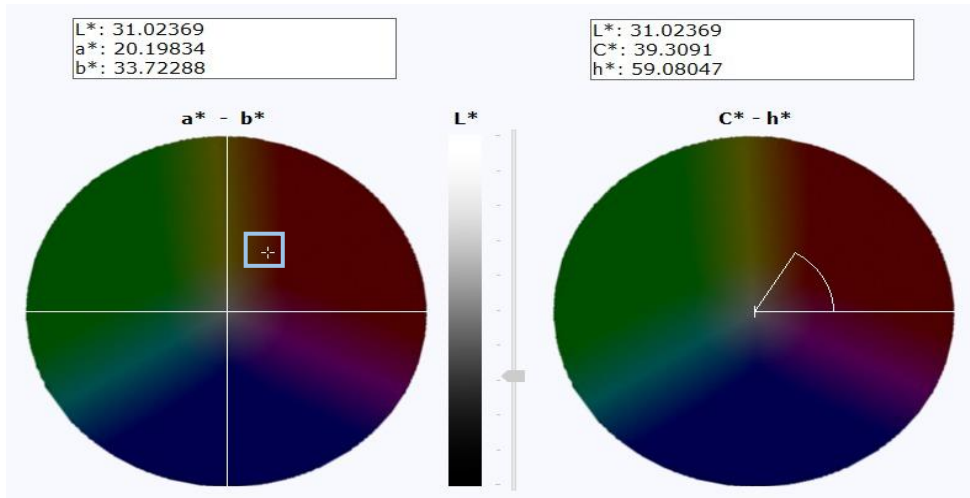
En el Anexo 2 - Tabla 24, se observa los resultados alcanzados en los diferentes tratamientos de la bebida a partir de la papayita andina y la harina de quinua malteada y sin maltear. Se observa que la luminosidad es mayor en las bebidas con harina de quinua sin maltear.



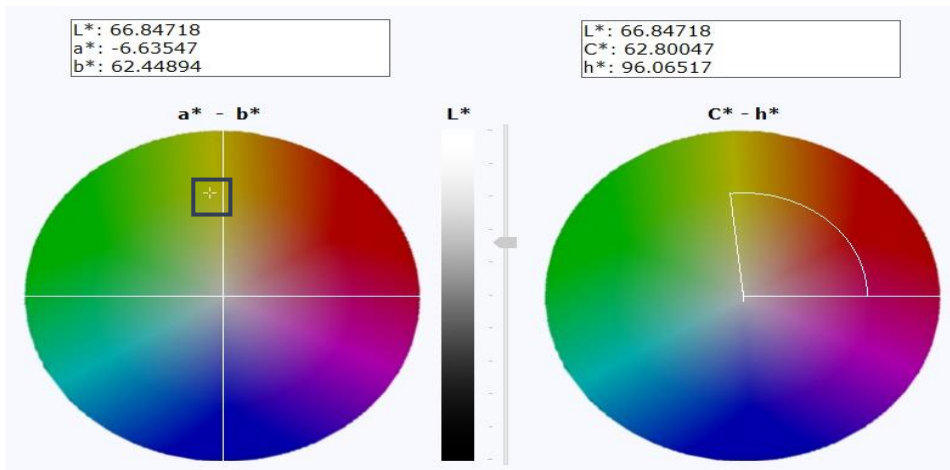
(a)



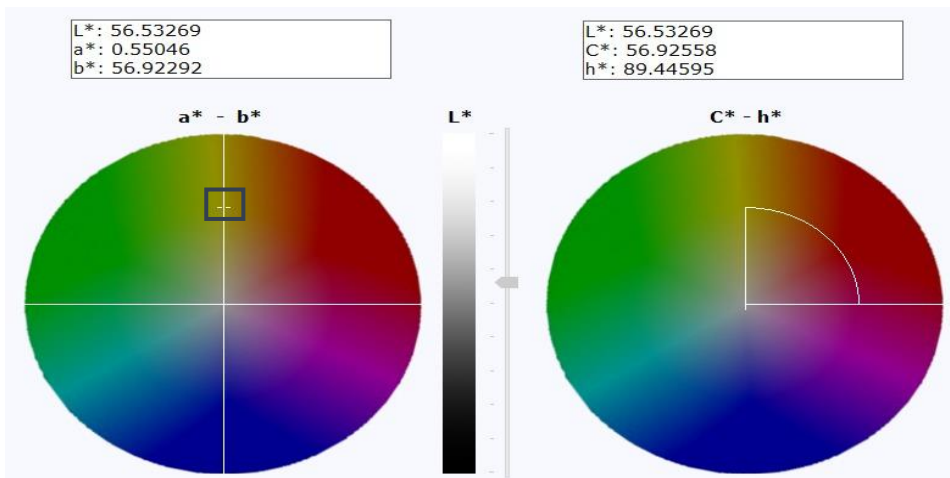
(b)



(c)



(d)



(e)

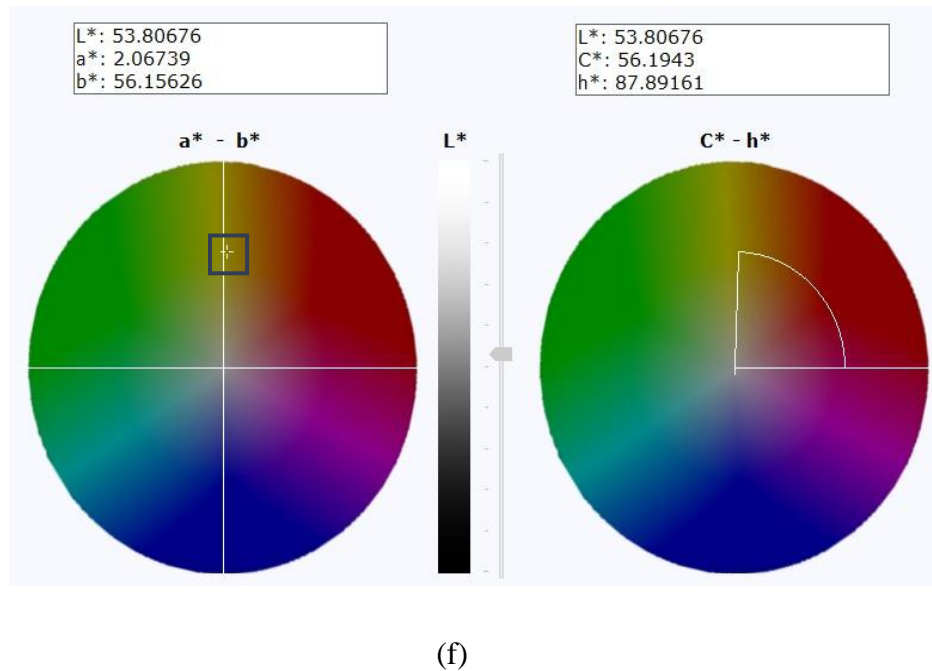


Figura 14: Grafico de coordenadas de color de las seis bebidas funcionales (a) T1QM, (b) T2QM, (c) T3QM, (d) T4QSM, (e) T5QSM y (f) T6QSM.

En la Figura 14 - (a, b, c, d, e y f), se observa que a medida que aumenta el % de la harina de quinua malteada y sin maltear, también se incrementa el ángulo de tonalidad (h°). En cuanto al valor a^* , el tratamiento con menor valor en las bebidas con harina de quinua malteada es T1QM (30% de la harina malteada de quinua: 70% de papayita andina), con un valor de -7.98 ± 0.59 , lo que indica una ligera tendencia hacia el color verde. Por otro lado, los tratamientos T2QM y T3QM presentan valores positivos de 8.83 ± 2.18 y 20.23 ± 1.07 respectivamente, lo que tienden a la coloración rojiza. Los valores b^* presenta valores de 57.92 ± 2.07 (T1QM), 60.09 ± 2.59 (T2QM) y 33.32 ± 3.29 (T3QM), lo que indica coloración amarilla, es decir marrones, esto se debe al proceso de malteado al que fueron sometidos antes de la preparación de la bebida la cual intensifica la coloración. En relación con el valor L^* , en las bebidas de quinua malteada, a medida que aumenta la cantidad de materia prima (% de harina de quinua malteada), la luminosidad disminuye, inclinándose hacia el color negro (0), como se observa en T1QM (78.30 ± 2.21), T2QM (55.29 ± 3.37) y T3QM (31.00 ± 3.51). Este comportamiento también se manifiesta en las bebidas con harina de quinua sin maltear T4QSM (66.85 ± 4.01), T5QSM (56.53 ± 3.34) y T6QSM (53.81 ± 5.20).

Los resultados obtenidos en esta investigación son consistentes con los hallazgos de Meléndez-Martínez *et al.* (2011), quienes determinaron el color de jugos de naranja ultracongelados, obteniendo valores de L*: 61.13, a*: 8.15, b*: 55.75, C*: 56.35 y h*: 81.69, que son muy similares a los del tratamiento T1QM, que consiste en una mezcla de 30% de harina de quinua malteada y 70% de papayita andina. Por otro lado, Torres (2024) llevó a cabo la evaluación del color en néctar de aguaymanto endulzado con stevia, reportando valores de L*: 31.60, a*: 12.70, b*: 39.77 y C*: 41.73, lo que también se asemeja al tratamiento T3QM, que incluye 70% de quinua malteada y 30% de papayita andina.

En contraste, Liberatore *et al.* (2021) analizaron el color de jugos de manzana de la variedad Golden Delicious, obteniendo valores de L*: 59.4, a*: -7.00 y b*: 43.00, que son cercanos a los del tratamiento T4QSM, el cual está compuesto por 30% de harina de quinua sin maltear y 70% de papayita andina. Asimismo, en el estudio de Pilco-Quesada *et al.* (2020) se evaluó el color de bebidas de quinua malteada y kiwicha, reportando valores significativamente más bajos que los encontrados en esta investigación, con L*: 21.83, 20.15 y 16.97; a*: 7.96, 8.74 y 3.01; b*: 9.44, 9.37 y 5.64; h*: 49.87, 47.01 y 61.88; y C: 12.35, 12.82 y 6.39 para proporciones de 70%, 50% y 30% de harina de quinua malteada combinada con 30%, 50% y 70% de harina de kiwicha.

En el Anexo 2, Tablas 26, 28, 30, 32 y 34 (ANOVA), la interacción entre el factor A (harina de quinua malteada y harina de quinua sin maltear) y el factor B (relación entre harina de quinua malteada y pulpa de papayita andina) resulta significativa, lo que indica la existencia de diferencias en los parámetros cromáticos o coordenadas, tales como L* (luminosidad), a* (rojo-verde), b* (amarillo-azul), C* (cromaticidad) y h° (tonalidad). La evaluación mostró un nivel de significancia inferior a 0.05 ($p < 0.000$) para ambas variantes de harina de quinua, lo que permite concluir que la combinación de estos factores genera tratamientos con características diferenciadas y estadísticamente significativas. Además, en el Anexo 2, Tablas 27, 29, 31, 33 y 35, las comparaciones por pares de Tukey en las coordenadas L*, a*, b*, C* y h° revelan que el tratamiento T1QM (70% de pulpa de papayita andina y 30% de harina de quinua malteada) obtuvo los mejores resultados en luminosidad (L*), mientras que T3QM (70% de harina de quinua malteada y 30% de pulpa de papayita andina) destacó en a* (rojo-verde) y h° (tonalidad). Sin embargo, el tratamiento T4QSM (30% de harina de quinua sin maltear y 70% de pulpa de

papayita andina) mostró ser el más sobresaliente en términos de cromaticidad (C^*) y la coordenada amarillo-azul (b^*).

4.2.2. Características Químicas (pH, Sólidos solubles y acidez)

En la Tabla 14, se observa los resultados alcanzados en los diferentes tratamientos de las bebidas funcionales, elaborados con harina de quinua malteada, harina de quinua sin maltear y Papayita andina. El contenido de pH oscila entre 4.23-5.03, Sólidos solubles de 6.2-7.0, Acidez titulable 0.18-0.30%.

Tabla 14: *Características Químicas de las bebidas funcionales de papayita andina.*

| Muestra | | pH | Sólidos solubles (^a Brix) | Acidez (%) |
|---|-------|-----------|--|------------|
| Bebidas con harina de quinua malteada | T1QM | 4.45±0.19 | 7.0±0.04 | 0.27±0.05 |
| | T2QM | 4.65±0.07 | 6.8±0.06 | 0.21±0.03 |
| | T3QM | 5.03±0.25 | 6.9±0.15 | 0.20±0.02 |
| Bebidas con harina de quinua sin malteada | T4QSM | 4.23±0.44 | 6.2±0.25 | 0.24±0.05 |
| | T5QSM | 4.38±0.09 | 6.9±0.06 | 0.23±0.05 |
| | T6QSM | 4.70±0.10 | 6.5±0.05 | 0.20±0.10 |

pH

En la Figura 15 – (a) se puede apreciar que la bebida con harina de quinua malteada del tratamiento T3QM, la cual estuvo constituido por (70% harina de quinua malteada y 30% de papayita andina) presentó mayor valor de pH con 5.03 a comparación con la bebida con harina de quinua sin maltear T6QSM (30% harina de quinua sin maltear y 70% de papayita andina) que presentó el valor de 4.70. Comparados con otros estudios los resultados son cercanos, Pilco (2021) reporto bebidas en rangos de 5.62, 5.04 y 5.23, en la cual presenta (50% de quinua malteada y 50% kiwicha malteada), (30% de quinua malteada y 70% kiwicha malteada) y (100% de kiwicha malteada). Un comportamiento similar fue reportado por Gómez, (2018) obtuvo pH en bebidas de quinua malteada de 4.03±0.01 y para la bebida con quinua sin maltear 4.11±0.01 en la variedad Negra Collana. Según Kaur y Tanwar (2016) reportaron valores de 5.9 en bebidas de quinua malteada y en un rango de 6.2 a 6.5 en bebidas de quinua cruda, germinada y

remojada. En las bebidas con harina de quinua sin maltear y con harina de quinua malteada presentaron dentro o cercanos de los límites permisibles de la (NTP, 2009). Según Colcha (2013) las harinas de quinua malteada son cercanos a 6.5 y de 3.95 para la quinua sin maltear y en la papayita andina según Uribe *et al.* (2015) presenta un promedio de 4.1 por tanto, entre mayor pH tenga la materia prima tanto papayita andina y quinua variedad INIA 420 (Negra Collana) mayor será el pH de la bebida. En el Anexo 3 - Tabla 37 (ANOVA) el factor A (Harina de quinua malteada y harina de quinua sin maltear) la diferencia entre las bebidas elaboradas con harina de quinua malteada y sin maltear es significativo (valor $p < 0.05$), 0.028, indicando que el proceso de malteado afecta de manera relevante al pH. Factor B proporción de la quinua: pulpa de papayita (30%Q:70%PP, 50%Q:50%PP, 70%Q:30%PP) también tiene un efecto significativo (valor $p < 0.01$), lo que indica que las proporciones afectan el pH. La interacción entre factores (A : B) no se observa un efecto significativo de la interacción entre el tipo de quinua y las proporciones (valor $p > 0.05$) esto implica que los efectos de A y B son independientes y no se influyen mutuamente.

Solidos solubles °Brix

Los resultados encontrados en la Tabla 16 de esta investigación no coinciden con la especificación de la (NTP, 2009). En la Figura 15 – (b), se puede observar que el tratamiento T1QM, presentó mayor contenido de solidos solubles totales con un valor de 7,0 °Brix que estuvo constituido por (70% de la papayita andina y 30% de harina de quinua malteada) y para las bebidas con harina de quinua sin maltear fluctúan en 6.9 °Brix (T5QSM) valores mínimos a comparación con las bebidas con harinas malteadas. De la misma manera se han reportado valores más bajos de acuerdo a la investigación de Calderon (2019), menciona que obtuvo un promedio de 4.3°Brix en néctar de papayita andina edulcorado con stevia. Según Mamani, (2019) en su investigación determinaron los °Brix en bebidas de melocotón bajas a las que se añadieron 20mg de Stevia en 100 ml del producto, obteniendo valores que oscilaron entre 3.04 y 3.19 °Brix. Se observó un incremento en los °Brix durante el almacenamiento. Considerando que Cadena *et al.* (2013) también encontraron que los jugos de mango endulzados con sacarosa tenían valores de °Brix más altos que las bebidas que contenían stevia y otros edulcorantes. De manera similar Dutra y Bolini (2013) encontraron que los productos que contenían glucósidos de esteviol tenían un bajo contenido de solidos solubles de 2.67 a 3.17°Brix con diversos agentes

edulcorantes a comparación con la sacarosa que fue de 10.03°Brix en néctar de acerola. La stevia, es considerada el mejor sustituto del azúcar debido a que es hasta 300 veces más dulce y no contiene calorías (Salvador-Reyes *et al.*, 2014).

En el Anexo 3 - Tabla 38 (ANOVA) el factor A (Harina de quinua malteada y harina de quinua sin maltear) y factor B (Relación de la harina de quinua malteada y pulpa de papayita andina) son altamente significativos ($P < 0.05$). Esto implica que tanto la quinua y pulpa de papayita andina afectan directamente el contenido de sólidos solubles en las bebidas. La interacción entre el factor (A : B) la interacción entre el tipo de quinua y las proporciones (h) es altamente significativo (valor $p < 0.001$), esto indica que el efecto del tipo de harina sobre los °Brix depende de las proporciones de harina de quinua y pulpa de papayita andina.

% de Acidez

En la Tabla 16, se presenta la acidez de las bebidas funcionales a partir de papayita andina. Se observa el porcentaje de acidez en las bebidas a base de harina de quinua malteada tienen un ligero incremento, los valores aumentaron de 0.20 a 0.27 por ciento este aumento se da medida que va aumentando la proporción de la quinua malteada y en la bebida con harina de quinua sin maltear tienen un valor de 0.20 a 0.24 por ciento de ácido cítrico. En la Figura 15 - (c), se puede observar mayor porcentaje de acidez de 0,27 por ciento para T1QM (30% de harina de quinua malteada y 70% de papayita andina), seguido por el T4QSM (70% de harina de quinua sin maltear y 30% de papayita andina) con un valor de 0.24 por ciento y los niveles más bajos presentaron T3QM con 0,20 por ciento al igual a la bebida con harina de quinua sin maltear T6QSM. Además, se observa que los tratamientos que contienen una mayor proporción de papayita andina presentan un porcentaje de acidez más elevado. Esto se debe a que la papayita andina contribuye con un mayor contenido de acidez en la bebida. Según Uribe *et al.* (2015), la acidez en el fruto de la papayita andina varía entre 0.10 por ciento, mientras que Hernandez *et al.* (2014) reportan un rango de 0.08 a 0.09 por ciento e, y Auquiñivin & Paucar-Menacho (2020). indican un valor de 0.22 por ciento de acidez en la papayita andina. En un estudio de Maldonado-Jibaja *et al.* (2018), obtuvieron un valor promedio de 0.26 por ciento de acidez en la bebida, se puede afirmar que el proceso de germinación de la quinua favorece el incremento de azúcar reductores, al descomponerse el almidón en glucosa o maltosa. De acuerdo con Amankwah *et al.* (2009), este fenómeno ocurre porque durante la germinación se descomponen

nutrientes como almidón, proteínas y grasa, gracias a la acción de enzimas, lo que puede estar vinculado con la liberación de componentes que alteran la composición de la bebida.

En el Anexo 3 - Tabla 39 (ANOVA) el factor A (Harina de quinua malteada y harina de quinua sin maltear) no tiene un efecto significativo sobre el % de acidez en las bebidas, ya que el valor $p > 0.542$ es mayor que 0.05. Factor B proporción de la quinua: pulpa de papayita (30%Q:70%PP, 50%Q:50%PP, 70%Q:30%PP) no es significativo, valor $p > 0.094$. La interacción entre el factor (A:B) no es significativo ($p > 0.059$), lo que indica que los efectos de A y B son independientes.

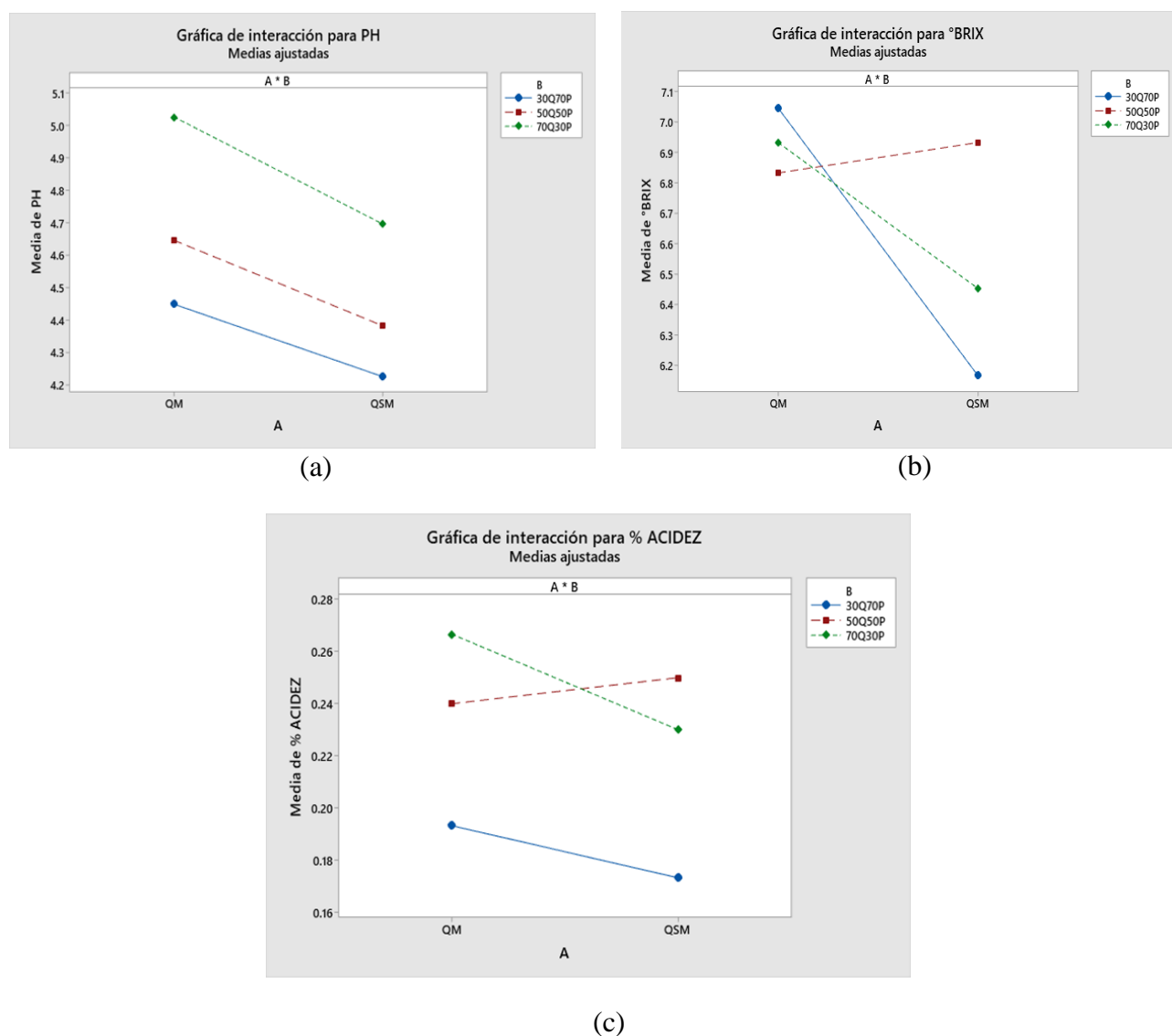


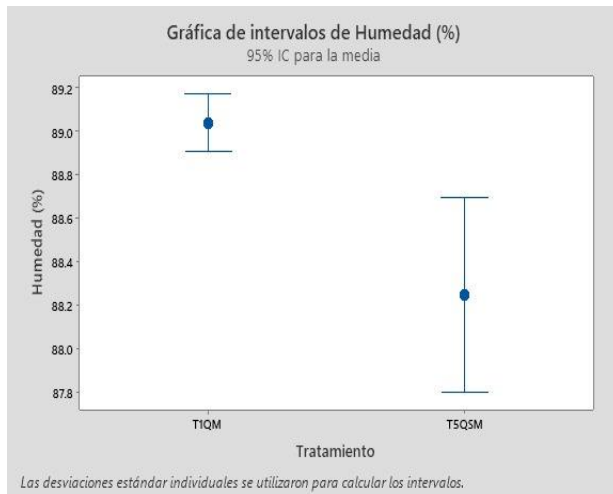
Figura 15: Comportamiento del pH (a), sólidos solubles totales (b) y acidez titulable (c) en los diferentes tratamientos.

4.3. Determinación de la composición proximal y capacidad antioxidante de la bebida funcional a partir de papayita andina con adecuadas características fisicoquímicas.

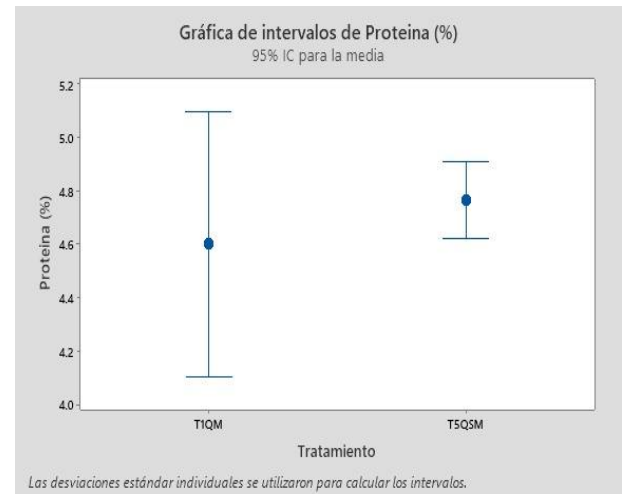
En la Tabla 15, se muestran los resultados obtenidos de la composición proximal y capacidad antioxidante de las bebidas funcionales de papayita andina con adecuadas características fisicoquímicas obtenidas con quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) malteada y sin maltear. El T1QM tiene mayor porcentaje de: humedad, grasa y capacidad antioxidante. Mientras tanto el T5QSM tiene mayor porcentaje de ceniza, proteína y carbohidratos.

Tabla 15: Resultado de la composición proximal y capacidad antioxidante de la bebida funcional de papayita andina con adecuadas características fisicoquímicas.

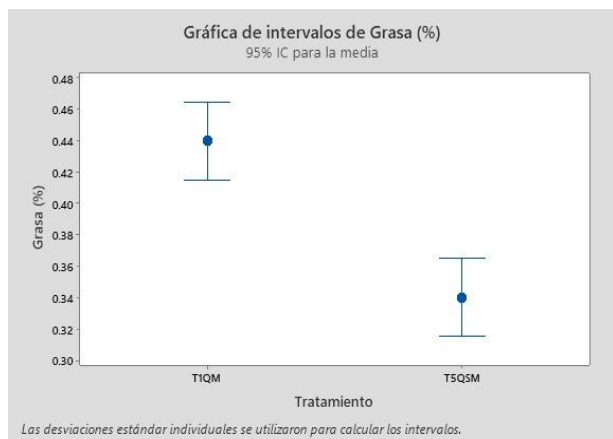
| Composición proximal | Tratamientos | |
|--------------------------------------|--|--|
| | T1QM (30% Harina de Quinua Malteada 70% Papayita Andina) | T5QSM (50% Harina de Quinua Sin Maltear 50% Papayita Andina) |
| Humedad (%) | 89.04±0.05 | 88.25±0.18 |
| Proteína (%) | 4.60±0.01 | 4.82±0.00 |
| Grasa (%) | 0.44±0.01 | 0.34±0.01 |
| Ceniza (%) | 0.13±0.02 | 0.17±0.05 |
| Carbohidratos (%) | 5.76±0.15 | 6.47±0.25 |
| Capacidad antioxidante Trolox | 59,24±0.83 Trolox | 66,59±0.00 Trolox |
| CI₅₀umol/100ml | CI ₅₀ umol/100ml | CI ₅₀ umol/100ml |



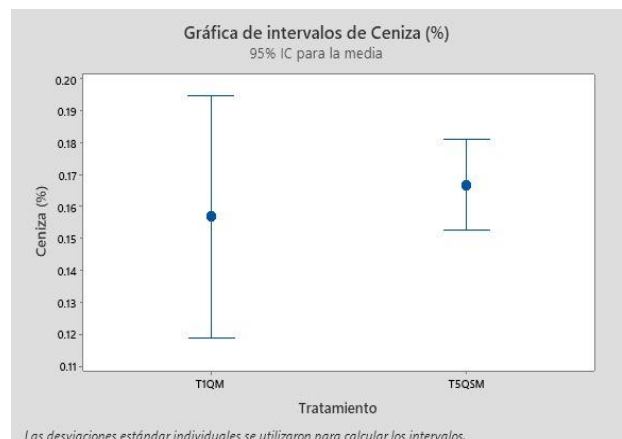
(a)



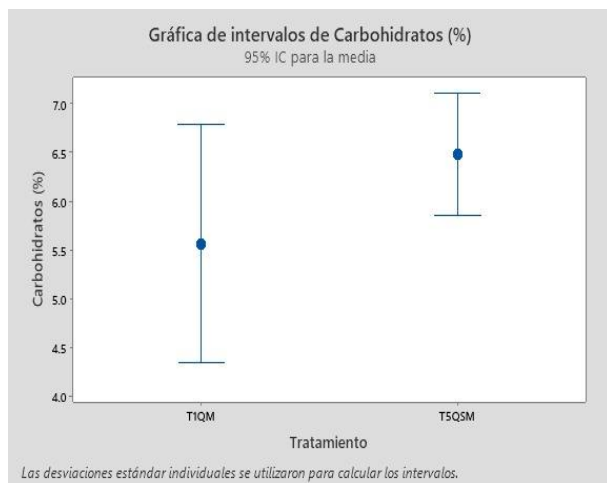
(b)



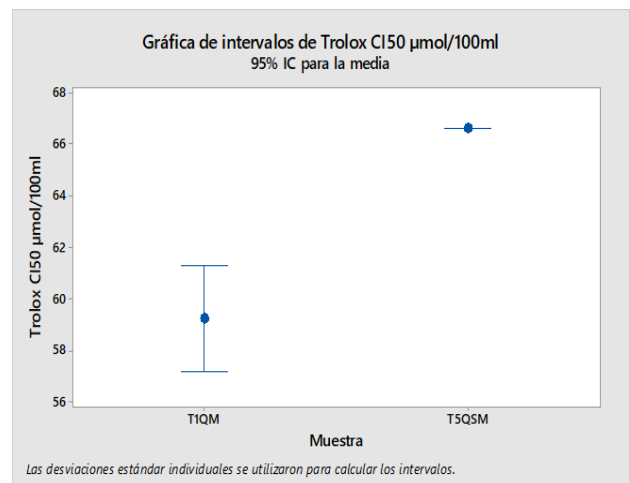
(c)



(d)



(e)



(f)

Figura 16: La composición proximal de las bebidas con adecuadas características fisicoquímicas: (a) Humedad, (b) Proteínas, (c) Grasa, (d) Ceniza, (e) Carbohidratos y (f) Capacidad antioxidante.

Humedad

En la Figura 16 - (a), se muestran los valores de humedad correspondientes a las bebidas con adecuadas características fisicoquímicas elaboradas con harina de quinua malteada y sin maltear. Estos valores muestran un rango que va desde el 89,44 por ciento para el tratamiento T1QM, que contiene un 30% de harina de quinua malteada y 70% de pulpa de papayita andina, hasta un 87,48 por ciento para el tratamiento T5QSM, que contiene un 50% de harina de quinua sin maltear y 50% de papayita andina. Estos resultados son similares con los hallazgos de Bendezu (2019), quien determinó una humedad del 87,70 por ciento en una bebida innovadora que utilizó tres variedades de quinua no germinada, mientras que la bebida que incluía tres variedades de quinua germinada alcanzó un contenido de humedad del 92,83 por ciento.

Asimismo, estudios previos realizados por Gómez (2018) también contribuyó al tema al reportar una humedad de 89.44 por ciento en bebidas con quinuas malteadas y 87.48 por ciento en bebidas de quinua sin maltear, específicamente de la quinua en la variedad Negra Collana. De forma similar, Pilco-Quesada *et al.* (2020) reportaron datos que corroboran estos resultados, indicando que la bebida malteada que contenía un 30% de Quinua malteada y un 70% de Kiwicha malteada tenía un valor de humedad del 91,95 por ciento. Además, la muestra que contenía un 50% de Quinua malteada con un 50% de Kiwicha malteada mostró un contenido de humedad del 90,02 por ciento. Sin embargo, es importante señalar que (Ñañez, 2022) reportó un contenido de humedad notablemente inferior, determinando que su bebida funcional de malteado de quinua con pulpa de aguaymanto presentaba un valor de 76,7 por ciento. Este contraste en los resultados es por las variaciones significativas en la formulación y composición de las diferentes bebidas analizadas, lo que podría influir en sus propiedades organolépticas y nutricionales.

La misma se puede afirmar en el Anexo 4 - Tabla 41 (ANOVA) el tratamiento (T1QM y T5QSM) el valor p es 0.002, indicando que hay una diferencia significativa de la humedad en las bebidas funcionales de papayita andina. La prueba de Tukey confirma que las diferencias en las medias de humedad entre el T1QM y T5QSM son significativos según el Anexo 4 - Tabla 42.

Proteína

En la Figura 16 - (b), se muestran las bebidas obtenidas a base de harina de quinua malteada y harina de quinua sin maltear, la bebida con mayor contenido de proteína es el T5QSM (50% de harina de quinua malteada y 50% de papayita andina) con un valor de 4.82 por ciento y T1QM (30% Harina de quinua sin maltear y 70% Papayita Andina) con un valor de 4.60 por ciento.

Para mejorar la composición proximal de las bebidas, este estudio ha incorporado tanto la harina de quinua malteada como la papayita andina. Los niveles de proteína encontrados en las bebidas elaboradas con harina de quinua malteada y sin maltear se encuentran dentro de los rangos reportados por Habib *et al.* (2023), quienes encontraron un contenido proteico del 4,16 por ciento en una bebida funcional derivada de cereales germinados. Además, Caballero y Paredes (2017) reportaron un contenido de proteína del 7,83 por ciento en un néctar de guanábana y quinua endulzado con Stevia, indicando que el contenido proteico puede variar significativamente según los ingredientes utilizados.

Asimismo, Pilco-Quesada *et al.* (2020), quienes encontraron un contenido de proteína del 6,86 por ciento en la muestra BM2 (70% de Quinua malteada y un 30% de Kiwicha malteada), así como un 7,67 por ciento para la muestra BM3 (50% de Quinua malteada y 50% de Kiwicha malteada), y un 8,11 por ciento en la muestra BM4 (30% de Quinua malteada y un 70% de Kiwicha malteada).

Por otro lado, tanto Kaur y Tanwar (2016) como Roque (2020) reportaron valores de contenido proteico para bebidas con harina de quinua malteada, con un 2,9 y 0,96 por ciento para bebidas elaboradas con quinua cruda, y un 2,6 para quinua germinada por ciento para néctares de cocona que incorporaban quinua. Asimismo, Ñañez (2022) reportó un contenido proteico del 1,15 por ciento en una bebida funcional a base de quinua malteada y pulpa de aguaymanto. De igual manera, Casas *et al.* (2016) reportaron valores que oscilaron entre 1,12 y 1,22 por ciento de proteínas en bebidas que combinaban quinua y mango.

Sin embargo, Leon (2019) determinó un contenido proteico superior en bebidas vegetales a partir de Cañihua germinada y malteada, obteniendo un 6,9 por ciento de proteína para la bebida elaborada con harina de quinua malteada a las 72 horas, y un 9,6 por ciento para bebidas con quinua germinada en el mismo periodo. Estos valores son más altos en comparación con los obtenidos en este estudio, lo que sugiere que los procesos de germinación y malteado pueden influir positivamente en el aumento del contenido proteico de las bebidas, hallazgos que son

respaldados por estudios previos realizados por (Chavan *et al.*, 1989; Pilco, 2021; Bhinder *et al.*, 2021). Este análisis pone de manifiesto la importancia de los métodos de procesamiento y la selección de ingredientes en la optimización del perfil nutricional de las bebidas, lo que puede tener implicaciones significativas para su desarrollo y aceptación en el mercado.

La misma se puede afirmar en el Anexo 4 - Tabla 43 se presenta el análisis de varianza (ANOVA) para el contenido de proteína en las bebidas funcionales de papayita andina T1QM (30% de harina de quinua malteada y 70% de la pulpa de papayita andina) y T5QSM (50% de harina de quinua sin maltear y 50% de la pulpa de papayita andina, el $(P > 0.05)$ de 0.238 indicando que no hay una diferencia estadísticamente significativa en el contenido de proteínas de las bebidas T1QM y T5QSM. Esto indica que ambos tratamientos tienen un contenido de proteína similar.

Grasa

En la Figura 16 - (c), se observa la grasa determinada en la bebida con harina de quinua maltear T1QM presenta un valor de 0,44 por ciento y para la bebida con harina de quinua sin maltear T5QSM presento un valor de 0,34 por ciento. Estos valores se encuentran dentro de los rangos obtenidos por Alvarez (2012), quien indica que las bebidas a base de harina de quinua malteada tienen un valor de 0.57 por ciento y las bebidas proteicas a base de quinua sin maltear tienen un valor de 0.45 por ciento. Asimismo, Bendezú (2018) reportó resultados similares al evaluar el contenido de grasa en las bebidas germinadas de quinua, donde los niveles de grasa fluctuaron entre 0,41, 0,42 y 0,40 por ciento. En el caso de las bebidas elaboradas con quinua sin germinar, los valores fueron superiores, alcanzando 0,57, 0,64 y 0,60 por ciento. Por otro lado, Gómez (2018) observó que las bebidas de quinua sin maltear elaboradas con la variedad Negra Collana mostraban un contenido de grasa del 0,38 por ciento, que es superior al 0,31 por ciento encontrado en las bebidas de quinua malteada.

Sin embargo, Pilco-Quesada *et al.* (2020) reportaron valores menores en contenido de grasa con 0,24 por ciento en la muestra BM4 (30% de Quinua malteada y un 70% de Kiwicha malteada), asimismo Ñañez (2022) encontró un valor de 0,20 por ciento en bebidas funcionales a base de malta de quinua y pulpa de aguaymanto. Además, en el estudio de Aguilar *et al.* (2019) y Fischer *et al.* (2017), se menciona que el contenido de grasa disminuye de manera significativa durante el proceso de germinación. Al finalizar un periodo de 72 horas, se observó que el contenido total de grasa se redujo de 15,2 a 7,6 por ciento en la quinua germinada. A pesar de que las bebidas

vegetales son generalmente bajas en grasas, la mayoría de estos productos presentan un contenido calórico comparable al de la leche desnatada, siendo este aporte principalmente derivado de azúcares y otros carbohidratos (Mäkinen *et al.*, 2015). Este análisis pone de manifiesto la variabilidad en el contenido de grasa de las bebidas a base de quinua, así como la influencia de los métodos de elaboración y los ingredientes utilizados, lo que es fundamental para la optimización de su perfil nutricional y su aceptación en el mercado.

En el Anexo 4 - Tabla 44, se presenta el análisis de varianza (ANOVA) para el contenido de grasa en las bebidas T1QM (30% de harina de quinua malteada y 70% de la pulpa de papayita andina) y T5QSM (50% de harina de quinua sin maltear y 50% de la pulpa de papayita) es significativo por lo tanto existe diferencias respecto al contenido de grasa en las dos bebidas ($P < 0.05$), el T1QM tiene un contenido de grasa significativamente mayor a comparación que el T5QSM, según el Anexo 4 – Tabla 45 prueba de comparación múltiple de Tukey.

Ceniza

En la Figura 16 – (d), se muestra el contenido de ceniza de la bebida con harina de quinua malteada T1QM tiene un valor de 0,13 por ciento y la bebida con harina de quinua sin maltear T5QSM contiene un valor de 0,17 por ciento. El contenido de ceniza de las bebidas con harina de quinua malteada y sin maltear se encuentran dentro de los rangos reportados por Kaur y Tanwar (2016) donde estudio la composición proximal de bebidas a base de quinua en distintas etapas de procesamiento (cruda, germinada y malteada), reportaron contenidos de ceniza de 0.13, 0.28 y 0.19 por ciento respectivamente. Por otro lado, Alvarez (2012) al formular bebidas proteicas a base de quinua, encontró que los valores de ceniza para las bebidas malteadas alcanzaron el 0,23 por ciento, mientras que en la bebida de quinua sin maltear se registró un 0,19 por ciento. Adicionalmente, el estudio de Roque (2020) reporta un contenido de ceniza de 0,1 por ciento en néctares de cocona con quinua, mientras que Ñañez, (2022) presentó un valor promedio de 0,45 por ciento de ceniza en una bebida funcional compuesta por malta de quinua y pulpa de aguaymanto, evidenciando un incremento que podría relacionarse con la inclusión de ingredientes de alto valor nutricional.

Sin embargo, estudios de Pilco-Quesada *et al.* (2020) señalan que las bebidas formuladas con harina de quinua malteada pueden presentar niveles de ceniza notablemente más bajos, dentro de un rango de 0,03 a 0,07 por ciento, indicando que el proceso y las condiciones específicas de malteado influyen significativamente en el contenido final de ceniza. La tendencia a niveles más

bajos de ceniza en bebidas malteadas podría explicarse a través de la lixiviación de minerales durante la etapa de germinación, proceso en el cual los minerales se movilizan hacia las radículas, que luego son eliminadas en el tostado (Bewley *et al.*, 2013). Este fenómeno sugiere que los métodos de procesamiento, como la germinación y el tostado, generan un reordenamiento mineral que afecta directamente la concentración de ceniza en el producto final, destacando así la influencia del método de producción en el perfil mineral y la estabilidad nutricional de la bebida.

En el Anexo 4 - Tabla 46, se presenta el análisis de varianza (ANOVA) para el contenido de ceniza en las bebidas T1QM (30% de harina de quinua malteada y 70% de la pulpa de papayita andina) y T5QSM (50% de harina de quinua sin maltear y 50% de la pulpa de papayita) indican que no hay una diferencia estadísticamente significativa ($P > 0.05$), esto nos dice que ambos tratamientos tienen un contenido de ceniza similares.

Carbohidratos

El análisis del contenido de carbohidratos en bebidas elaboradas con harina de quinua malteada muestra un rango de 5.76 por ciento, comparable al de las bebidas producidas con harina de quinua sin maltear, las cuales presentan un rango ligeramente superior de 6.487 por ciento, como se evidencia en la Figura 16 – (e). Resultados casi similares fueron obtenidos por Bendezú (2018), quien determinó el contenido de carbohidratos en bebidas formuladas con quinua sin germinar y germinada, registrando valores de 9.8 por ciento y 5.6 por ciento respectivamente. Otros estudios han reportado un mayor contenido de carbohidratos en bebidas formuladas con quinua germinada y malteada, según Kaur y Tanwar (2016) identificaron un contenido de 14,7 por ciento de carbohidratos en bebidas de quinua germinadas durante 72 horas y tostadas (malteado), y de 16,2 por ciento en bebidas de quinua cruda.

De manera similar, Ñañez, (2022) reportó un valor de 16,3 por ciento de carbohidratos en una bebida funcional de quinua malteada y pulpa de aguaymanto. Por otro lado, Gómez (2018) reportó el contenido de carbohidratos de 9,06 por ciento en bebidas elaboradas con harina de quinua sin maltear de la variedad Negra Collana y de 11,17 por ciento en bebidas formuladas con quinua malteada de la misma variedad. Contrariamente, Pilco-Quesada *et al.* (2020) reportaron valores considerablemente más bajos en bebidas vegetales con valores de 2,13, 2,10 y 1,91 por ciento en las formulaciones BM2 (70 % de quinua malteada : 30 % de kiwicha

malteada), BM3 (50 % de quinua malteada : 50 % de kiwicha malteada) y BM4 (30 % de quinua malteada : 70 % de kiwicha malteada), respectivamente.

Las variaciones en los contenidos de carbohidratos obtenidos en este estudio y los reportados en otras investigaciones podrían estar relacionadas con el contenido de materia seca de las formulaciones, el cual varía según los ingredientes utilizados. La inclusión de papayita andina y otros componentes específicos podría contribuir a la variación en los niveles de carbohidratos, como han señalado. Bianchi *et al.* (2015) y Kaur y Tanwar (2016), quienes destacan cómo los ingredientes adicionales en las formulaciones pueden impactar significativamente en el contenido de carbohidratos en estas bebidas.

En el Anexo 4 - Tabla 47, se presenta el análisis de varianza (ANOVA) para el contenido de carbohidratos en las bebidas T1QM (30% de harina de quinua malteada y 70% de la pulpa de papayita andina) y T5QSM (50% de harina de quinua sin maltear y 50% de la pulpa de papayita) es significativo por lo tanto existe diferencias respecto al contenido de carbohidratos en las dos bebidas ($P < 0.05$) con un valor de $p < 0.046$, el T5QSM tiene un contenido de carbohidratos significativamente mayor a comparación con el T1QM, según el Anexo 4 – Tabla 48 prueba de comparación múltiple de Tukey.

Capacidad antioxidante

En la Figura 16 - (f), se observan los resultados de la capacidad antioxidante del tratamiento T1QM, el cual estuvo formulado por 70% de papayita andina y 30% de la harina de quinua malteada donde tiene mayor capacidad antioxidante de 59.24 ± 0.83 Trolox CI_{50} μ mol/100ml que el tratamiento T5QSM (50% de la papayita andina y 50% de la harina de quinua sin maltear) presento un valor de 66.59 ± 0.00 Trolox CI_{50} μ mol/100ml. Alarcon - Mite *et al.* (2022) afirman que, según el parámetro un menor IC_{50} , indica una mayor capacidad de eliminación de radicales libres. El IC_{50} es la concentración del extracto que reduce 50 % del radical libre. Los valores bajos de IC_{50} se asocian con el poder antioxidante mayor (Einbond *et al.*, 2004). Varios estudios han presentado resultados similares. De la Cruz y Escobar (2023) evalúan la capacidad antioxidante de bebidas funcionales a base de quito quito (*Solanum quitoense* Lam.) y plátano (*Musa acuminata*) endulzadas con stevia, utilizando el método DPPH. En su investigación, el tratamiento T3 (50% de jugo de carambola y 50% de jugo de granadilla), presento los mejores componentes nutricionales y logrando una capacidad antioxidante de 53.80μ mol ET/mL. Ondrejovič *et al.* (2014) también reportaron un incremento en la capacidad antioxidante de las

maltas de cereales. Por otro lado, Valeriano (2022) en su investigación realizó néctar de sacha tomate con mango y chía utilizó la metodología de DPPH respecto a la capacidad antioxidante donde desarrolló 15 formulaciones de néctar en el cual la formulación 7 (20% sacha tomate, 8% mango y 2% de chía) tuvo una menor capacidad antioxidante de 143.3 Trolox CI_{50} μ mol/100ml y la formulación 12 (30% de sacha tomate, 12% de mango y 2% de chía) tuvo un valor mayor de capacidad antioxidante de 104.3 Trolox CI_{50} μ mol/100ml. Asimismo Arauzo (2021) también evaluó la capacidad antioxidante y el contenido total de polifenoles en una bebida funcional de carambola y granadilla, obteniendo una formulación óptima similar (50% de jugo de carambola y 50% de jugo de granadilla) con una capacidad antioxidante de 53.80 μ mol ET /ml. Por otro lado, (Bendezú, 2018) elaboró bebidas a partir de quinua sin germinar y germinada en diez tratamientos con diferentes proporciones y variedades de quinua, observando un aumento de hasta el 60 por ciento en la capacidad antioxidante de la bebida de quinua germinada; en el tratamiento T7, la bebida de quinua sin germinar presentó 599 μ mol ET/100mL, mientras que la de quinua germinada alcanzó 1611 μ mol ET/100mL. Asimismo, (Pilco-Quesada et al., 2020) determina la capacidad antioxidante en harina de quinua germinada y malteada mediante el método DPPH, encontrando un aumento significativo en comparación con las muestras sin tratamiento (5.4 μ mol ET/100 mL), obteniendo después de 72 horas de germinación y malteado valores de 1,52 y 1,24 μ mol ET/100 mL, respectivamente. Por su parte, Choco (2014) determinó la capacidad antioxidante en mermeladas, concentrados y jugos de Uvilla (*Physalis peruviana* L) encontrando que el jugo de uvilla presentó el valor de IC_{50} más bajo, lo que indica una mayor cantidad de antioxidantes con un valor de 52.218 μ g/ml de jugo necesaria para inhibir el 50% de los radicales libres, en comparación con la mermelada (66.106 μ g/ml) y el concentrado (100.72 μ g/ml). Calderón (2007), evaluó las propiedades antioxidantes de jugos de naranja comercial sometidos a diversas condiciones de almacenamiento. Su investigación reveló que el jugo almacenado a 5°C durante 12 días mostró la mayor capacidad antioxidante, con un valor de 29.48 IC_{50} en μ l de jugo, mientras que al inicio del almacenamiento se observó la menor capacidad antioxidante, con un valor de 42.34 IC_{50} en μ l de jugo.

En su investigación Ordoñez *et al.* (2011) en cuantificación de polifenoles totales y actividad antioxidante en hojas, corteza y fruto de dos variedades de guayaba. En la variedad rosada se encontró que existe diferencia estadística significativa y comparando las medias mediante la prueba de Tukey ($p \leq 0,01$) encontramos que la mayor inhibición del radical DPPH sucedió en la

hoja tierna y la corteza $IC_{50}= 14,086 \pm 0,09$ y $IC_{50}=15,207 \pm 0,41$ $\mu\text{g/ml}$ respectivamente, por el contrario la menor inhibición sucedió en el fruto $IC_{50}= 45,923 \pm 0,03$ $\mu\text{g/ml}$.

Este incremento en la capacidad antioxidante se atribuye a los cambios metabólicos que ocurren durante la germinación y malteado de las semillas, relacionados con el aumento de la actividad de las enzimas hidrolíticas endógenas (Bathgate, 2016). Sin embargo Brend *et al.* (2012) sugiere que, en algunas semillas de quinua, la capacidad antioxidante también podría derivar de proteínas y otros compuestos no fenólicos. Finalmente, Repo de Carrasco y Encina (2008) realizó un estudio sobre diversas frutas nativas, donde la mayor capacidad antioxidante, medida por el método DPPH, correspondió a la papayita andina con 1936 mg TE/g de tejido, seguida por el tomate de árbol con 853 mg TE/g. de tejido y el aguaymanto 729 mgTE/g de tejido.

En el Anexo 4 - Tabla 49, se presenta el análisis de varianza (ANOVA) para el contenido de la Capacidad antioxidante en las bebidas T1QM (30% de harina de quinua malteada y 70% de la pulpa de papayita andina) y T5QSM (50% de harina de quinua sin maltear y 50% de la pulpa de papayita) esto indica que existe una diferencia estadísticamente significativa entre las dos bebidas ($P < 0.05$), el tratamientos T1QM tiene un contenido de capacidad antioxidante menor a comparación con el T5QSM, según el Anexo 4 – Tabla 50 prueba de comparación múltiple de Tukey.

4.4. Aceptabilidad sensorial de las bebidas funcionales a partir de papayita andina.

Los resultados de la aceptabilidad sensorial de Color, Sabor, Olor y Apariencia de las bebidas con harina de quinua malteada y sin maltear de la variedad INIA-420 Negra Collana, los datos para la aceptabilidad sensorial de los 4 atributos no siguen una distribución normal, por lo tanto, se aplicó la estadística de diseño de bloques completamente al azar (DBCA) a un nivel de significancia al 5%.

En la Figura 17, se muestra la evaluación sensorial brindada por los panelistas con respecto a los atributos sensoriales de las bebidas funcionales a partir de papayita andina; donde, el tratamiento T1QM tuvo la más alta aceptabilidad con respecto a Color, Olor y Apariencia general, seguido por el tratamiento T2QM que presento también altas puntuaciones en Sabor y Apariencia general.

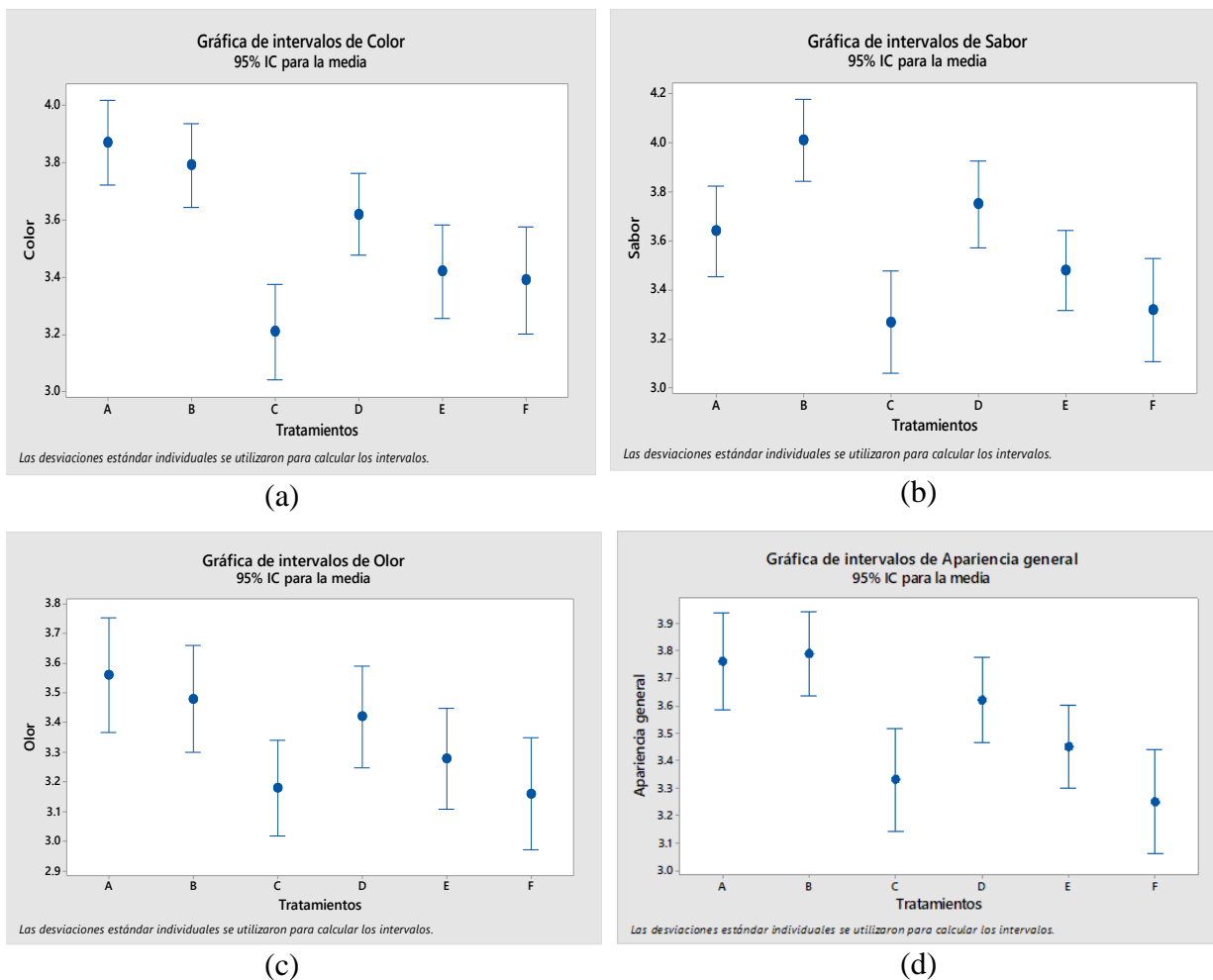


Figura 17: Resultados de aceptabilidad sensorial (a) Color, (b) Sabor, (c) Olor y (d) Apariencia general para los seis tratamientos.

En la Figura 17 - (a), se muestra las seis bebidas funcionales, la bebida con mayor valor encontrado es la bebida con harina de quinua malteada A (T1QM) con un valor de 3,87, y la bebida con mayor valor de 3,62 es el T4QSM con harina de quinua sin maltear. Otros estudios revelan resultados con valores similares, tal como Alvarez (2012), quien reporto para la bebida de quinua malteada 3,16 y para la bebida de quinua sin maltear con un valor de 2,68, la diferencia en el color es posible que se deba a la concentración para cada tratamiento y también podría ser por la procedencia de la quinua.

En la investigación de las bebidas con harina de quinua malteada y la bebida con harina de quinua sin maltear como se observa en la Figura 17 – (b) el sabor oscila de 3,27 (T3QM) a 4,01 (T2QM) para bebidas malteadas y 3,32 (T6QSM) a 3,75 (T4QSM) para las bebidas sin maltear. Estos resultados son similares a los reportados por Alvarez (2012), quien reporto para la bebida

de quinua malteada 3,16 y para la quinua sin maltear 2,06. Un estudio realizado por Chaparro et al. (2011), quien indica que los procesos de germinación permiten obtener alimentos organolépticamente más agradables.

En la investigación de las bebidas con harina de quinua malteada y la bebida con harina de quinua sin maltear para la aceptación sensorial, como se observa en la Figura 17 – (c) el atributo olor oscila de 3,18 (T3QM) a 3,56 (T1QM) para bebidas malteadas y 3,16 (T6QSM) a 3,42 (T4QSM) para las bebidas sin maltear. Estudios previos realizados por Alvarez (2012), reporto valores de 3,08 en bebidas de quinua malteada y 2,36 en bebidas con quinua sin maltear resultados similares a esta investigación. En su investigación Kaur y Tanwar (2016) determinaron la evaluación sensorial de las bebidas de quinua utilizando una escala hedónica de 9 puntos, en la bebida con harina de quinua negra cruda presento un valor de 2.2 de aceptabilidad y en la bebida con la quinua germinado presenta 6,8 y seguido por la bebida con quinua malteada con un valor de 5,4 de la aceptabilidad general.

En la Figura 17 - (d), se observa la apariencia general de las bebidas con harina de quinua malteada y harina de quinua sin maltear; el valor encontrado de las bebidas con harina de quinua malteada oscila entre 3,33 (T3QM) a 3,79 (T2QM) y para la bebida de quinua sin maltear oscila en un valor de 3,25 (T6QSM) a 3,62 (T4QSM) respectivamente, estos datos resultan similares al reportado por Velazco (2007), quien reporto para la bebida de quinua malteada tiene mejor apariencia general dando un valor de 3,4 destacando a comparación con otras bebidas. Además Alvarez (2012), en su investigación concluye que la bebida de quinua malteada tiene mejor aceptación en los atributos (Color, Sabor y Olor) y por consecuente una mejor apariencia general. El diseño de bloques completamente al azar evalúa la hipótesis nula de que las medianas dentro de cada una de los 6 tratamientos es casi las mismas. Puesto que el P valor es menor que 0.05, existe una diferencia estadísticamente significativa entre las medianas con un nivel de 95% de confianza. Al realizar la Prueba de varianza (Anexo 8, Tablas 51, 53, 55 y 57), se obtuvo una significancia menor a 0.05 (0.000) para las bebidas con harina de quinua y bebidas con harina de quinua sin maltear, por lo cual podemos decir que todos los tratamientos son diferentes. Los tratamientos T1QM y T2QM, que incluyen harina de quinua malteada, presentan una mejor aceptación en términos de color, sabor, olor y apariencia general, según la comparación de parejas de Tukey en el Anexo 8, Tablas 52, 54, 56 y 58.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

La adición de harina de quinua malteada y sin maltear de la variedad negra Collana en distintas proporciones influyó significativamente en las propiedades fisicoquímicas de la bebida. Los valores de pH y acidez fueron consistentes con estudios previos, mientras que los °Brix resultaron más bajos (6,2 a 7,0 °Brix) debido al uso de stevia en lugar de azúcar. Los tratamientos T1QM y T5QSM presentaron un comportamiento reológico de fluido pseudoplástico, destacando T1QM por su mayor estabilidad, con un índice de sedimentación del 92.67% y que alcanzo sedimentar un 7.33 % de solidos tras 163.94 horas, frente al 45 % de estabilidad en el tratamiento T5QSM en el mismo periodo de tiempo. En cuanto al color, T1QM mostró un tono verde-amarillo, similar al jugo de naranja, mientras que T5QSM exhibió tonalidades amarillas cálidas, propias de un néctar de aguaymanto.

La bebida funcional del tratamiento T1QM, elaborada con 30% de harina de quinua malteada y 70% de pulpa de papayita andina, presentó un mayor contenido de humedad, grasa y una capacidad antioxidante superior en comparación con el tratamiento T5QSM. A diferencia de ello, el tratamiento T5QSM, compuesta por 50% de harina de quinua sin maltear y 50% de pulpa de papayita andina, destacó por su mayor contenido de proteína, cenizas y carbohidratos. Esta diferenciación en la composición proximal evidencia el impacto de procesos malteado y proporción de la materia prima.

La evaluación sensorial de los seis tratamientos, realizada con 100 panelistas no entrenados, mostró que el T1QM obtuvo la mayor aceptabilidad en color, olor y apariencia general, seguido por el T2QM, que tuvo mayor preferencia en los atributos en sabor y apariencia general

trabajando a un nivel de significancia del 5%. La bebida funcional T1QM, (30% harina de quinua malteada y 70% pulpa de papayita andina), destaca como el tratamiento con mejores características fisicoquímicas, composición proximal y capacidad antioxidante, además de una mayor aceptación sensorial.

5.2. RECOMENDACIONES

- Estudio de vida en anaquel para las bebidas con harina de quinua malteadas y bebidas con harina de quinua sin maltar
- Se recomienda realizar la determinación de la partícula en las bebidas y la velocidad de decantación
- Se recomienda realizar los análisis fenólicos y evaluar el estudio del comportamiento reológicas de las bebidas.

REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

- Abugoch, L. (2009). Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.): Composition, chemistry, nutritional, and functional properties. *Advances in Food and Nutrition Research*, 58(09), 1043–4526. [https://doi.org/10.1016/S1043-4526\(09\)58001-1](https://doi.org/10.1016/S1043-4526(09)58001-1)
- Aguilar, J., Miano, A. C., Obregón, J., Soriano-Colchado, J., & Barraza-Jáuregui, G. (2019). Malting process as an alternative to obtain high nutritional quality quinoa flour. *Journal of Cereal Science*, 90(October). <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2019.102858>
- Alarcon - Mite, A. I., Mora Loor, J. L., Cabrera Casillas, D. O., & Garcia Larreta, F. S. (2022). Estudio Comparativo de la Composición Química, Fenoles Totales y Actividad Antioxidante de Citrus síntesis, Citrus reticulata y Citrus máxima. *Reciamuc*, 6(3), 535–545. [https://doi.org/10.26820/reciamuc/6.\(3\).julio.2022.535-545](https://doi.org/10.26820/reciamuc/6.(3).julio.2022.535-545)
- Albino Sanchez, J. (2017). Análisis Subsectorial del Cultivo de Stevia. *Secretaría de Desarrollo Económico- Homduras*.
- Alhuay, O. (2018). Influencia de la concentración de carboximetilcelulosa y goma xantan en las propiedades organolépticas y físicas del néctar de papayita nativa (*Carica pudescens*). In *Agroindustrial Science*. Universidad nacional José María Arguedas facultad de ingeniería.
- Altan, A., & Maskan, M. (2005). Rheological behavior of pomegranate (*Punica granatum* L.) juice and concentrate. *Journal of Texture Studies*, 36(1), 68–77. <https://doi.org/10.1111/j.1745-4603.2005.00004.x>
- Alvarez-Jubete, L., Wijngaard, H., Arendt, E. K., & Gallagher, E. (2010). Polyphenol composition and in vitro antioxidant activity of amaranth, quinoa buckwheat and wheat as affected by sprouting and baking. *Food Chemistry*, 119(2), 770–778. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2009.07.032>
- Alvarez, Y. (2012). *Elaboración y caracterización de dos bebidas proteicas, una a base de quinua malteada y la otra a base de la quinua sin maltear (Chenopodium quinoa)* (Issue 3). Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann.

- Amankwah, E., Barimah, J., Acheampong, R., & Addai, L. (2009). Effect of Fermentation and Malting on the Viscosity of Maize - Soyabean Weaning Blends. *Pakistan Journal of Nutrition*, 10(8), 1–6.
- Americas, K. (2006). Obtenido de konica minolta sensing americas. *Konica Minolta*, 4, 852–861.
- AOAC. (1990). OFFICIAL METHODS OF ANALYSIS-ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. In H. Kenneth (Ed.), *Chemical and Functional Properties of Food Saccharides* (15th ed., Vol. 1). <https://doi.org/10.7312/seir17116-004>
- Apak, R. (2017). Measurement of Antioxidant Activity & Capacity Functional Food. In and F. S. Yoshinori Mine, Kazuo Miyashita (Ed.), *The ferric reducing/antioxidant power (FRAP) assay for non-enzymatic antioxidant capacity: concepts, procedures, limitations and applications* (Memorial U).
- Apaza, V., Cáceres, G., Estrada, R., & Pinedo, R. (2013). Catálogo de variedades comerciales de quinua en el Perú. In *Instituto Nacional de Innovación Agraria*. MINAGRI-INIA- FAO.
- Arauzo, J. (2021). “CAPACIDAD ANTIOXIDANTE Y POLIFENOLES DE UNA BEBIDA FUNCIONAL DE CARAMBOLA (*Averrhoa carambola* L.) Y GRANADILLA (*Passiflora ligularis*)” PRESENTADO. Universidad Nacional del Centro del Perú.
- Arzapalo Quinto, D., Huamán Córdor, K., Quispe Solano, M., & Espinoza Silva, C. (2015). EXTRACCIÓN Y CARACTERIZACIÓN DEL ALMIDÓN DE TRES VARIEDADES DE QUINUA (*Chenopodium quinoa* Willd) NEGRA COLLANA, PASANKALLA ROJA Y BLANCA JUNÍN. *Revista de La Sociedad Química Del Perú*, 81(1), 44–54. <https://doi.org/10.37761/rsqp.v81i1.9>
- Asencio, L. (2022). *Evaluación fisicoquímica de la papaya de monte (Carica pubescens) en dos estados de madurez*. Universidad Nacional De Cajamarca.
- Atwell, W., Hyldon, R., Godfrey, P., Sperber, W., Pedersen, D., Evans, W., & Rabe, G. (1988). Germinated Quinoa Flour to Reduce the Viscosity of Starchy Foods. *Cereal Chem*, 65(6), 508-509.

- Auquiñivin, E., & Paucar-Menacho, L. (2020). Comparative study of the physicochemical characteristics and shelf life of native papayas, “monte papayita” (*Carica pubescens* Lenné & K. Koch) and “babaco” (*Carica pentagona* Heilborn) (Caricaceae) dehydrated by lyophilization. *ArnaldoA*, 27(1), 115–128.
- Aviles, J. R. (2019). *Evaluación nutricional de galletas enriquecidas con harina de quinua negra (Chenopodium petiolare kunth) germinada*. Universidad Nacional del Altiplano.
- Barceló, J., Rodrigo, G., García, B., & Tamés, R. (2001). *Fisiología vegetal* (Editorial).
- Barreto, J. (2022). Efecto de la proporción pulpa de mango (*Mangifera indica* L.):maracuyá (*Passiflora edulis*) y sustitución de azúcar por stevia (*Stevia rebaudiana*) sobre las características fisicoquímicas y aceptabilidad general en una bebida funcional de hierba luisa (*Cymb.* In *Universidad Privada Antenor Orrego*. UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO.
- Bathgate, G. N. (2016). A review of malting and malt processing for whisky distillation. *Journal of the Institute of Brewing*, 122(2), 197–211. <https://doi.org/10.1002/jib.332>
- Bendezu, G. (2019). *Obtención y caracterización fisicoquímica nutricional y sensorial del gel de aguaymanto (physalis peruviana) edulcorada con stevia (stevia rebaudiana)*. Universidad Nacional del Centro del Perú.
- Bendezú, J. (2018). *Efecto de la germinación de tres variedades de quinua: Roja (INIA-415 Pasankalla), Negra (INIA 420-Negra Collana) y Blanca (Salcedo INIA) en la formulación y elaboración de una bebida funcional con capacidad antioxidante*. Universidad Nacional Mayor de San Marcos.
- Benitez, C., Pece, M., & Galindez, M. (2010). Análisis de la variancia en experimentos factoriales. In *Estadística* (Vol. 1). Universidad Nacional de Santiago del Estero.
- Bewley, J., Bradford, K., Hilhorst, H., & Nonogaki, H. (2013). Seeds: Physiology of development, germination and dormancy. In 3rd Editio (Ed.), *Chapter 3 - Synthesis of Storage Reserves* (Springer). <https://doi.org/10.1007/978-1-4614-4693-4>

- Bhinder, S., Kumari, S., Singh, B., Kaur, A., & Singh, N. (2021). Impact of germination on phenolic composition, antioxidant properties, antinutritional factors, mineral content and Maillard reaction products of malted quinoa flour. *Food Chemistry*, 346(December 2020), 128915. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.128915>
- Bianchi, F., Rossi, E., Gomes, R., & Sivieri, K. (2015). Potentially synbiotic fermented beverage with aqueous extracts of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd) and soy. *Food Science and Technology International*, 21(6), 403–415. <https://doi.org/10.1177/1082013214540672>
- Binns, N., & Howlett, J. (2009). Functional foods in Europe: International developments in science and health claims. *European Journal of Nutrition*, 48(SUPPL. 1), 3–13. <https://doi.org/10.1007/s00394-009-0070-6>
- Brend, Y., Galili, L., Badani, H., Hovav, R., & Galili, S. (2012). Total Phenolic Content and Antioxidant Activity of Red and Yellow Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) Seeds as Affected by Baking and Cooking Conditions. *Food and Nutrition Sciences*, 03(08), 1150–1155. <https://doi.org/10.4236/fns.2012.38151>
- Caballero, E., & Paredes, L. (2017). Formulación y Evaluación de Néctar a base de Guanábana (*Annona muricata*) y Quinoa (*Chenopodium quinoa*) edulcorada con Stevia (*Stevia rebaudiana*). In *Universidad Nacional Del Santa*. Universidad Nacional del Santa.
- Caballero, Ederson, & Paredes, L. (2017). *Formulación y evaluación de nectar a base de Guanábana (Annona muricata) y Quinoa (Chenopodium quinoa) edulcorada con Stevia (Stevia rebaudiana)*. [Tesis Pregrado, en Ingeniería con mención en Ingeniería Agroindustrial]. Universidad Nacional del Santa.
- Cadena, R. S., Cruz, A. G., Netto, R. R., Castro, W. F., Faria, J. de A. F., & Bolini, H. M. A. (2013). Sensory profile and physicochemical characteristics of mango nectar sweetened with high intensity sweeteners throughout storage time. *Food Research International*, 54(2), 1670–1679. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2013.10.012>
- Caldas, S., & Carlos, D. (2015). *Pelado óptimo y obtención de un líquido de cobertura de color dorado translúcido para la conserva de papayita andina (carica pubescens)*. Universidad Nacional “Hermilio Valdizan.”

- Calderon, E. (2019). Evaluación de las características físico-químicas, sensoriales y microbiológicas del néctar de papaya nativa (*Carica pubescens*) concentrado con Esteviosido. In *Universidad Nacional José María Arguedas*. Universidad Nacional Jose Maria Arguedas.
- Calderón, L., & Calderón, D. (2019). *Polifenoles Totales y actividad antioxidante en una bebida funcional obtenida a partir del mucílago de la corteza de Huampo Blanco (Heliocarpus americanus L.) y chíá (Salvia hispanica L.) edulcorado con Stevia (Stevia rebaudiana Bertoni)*". Universidad Nacional "Hermilio Valdizán."
- Calderón, P. (2007). *Determinación de las propiedades antioxidantes de jugos de naranja comerciales sometidos a distintas condiciones de almacenamiento*. Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Camelo, P., & López, M. (2021). *Desarrollo de una bebida funcional a base de arándanos (Vaccinium subg.oxycoccus) para deportistas post entrenamiento*. 201720367, 12–34.
- Campos-Rodriguez, J., Acosta-coral, K., & Paucar-menacho, L. (2022). Quinoa (*Chenopodium quinoa*): Nutritional composition and bioactive compounds of grain and leaf , and impact of heat treatment and germination. *Scientia Agropecuaria*, 13(3), 209–220. <https://doi.org/https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2022.019>
- Carciochi, R. A., Dimitrov, K., & Galván D´Alessandro, L. (2016). Effect of malting conditions on phenolic content, Maillard reaction products formation, and antioxidant activity of quinoa seeds. *Journal of Food Science and Technology*, 53(11), 3978–3985. <https://doi.org/10.1007/s13197-016-2393-7>
- Casas, F. (2023). *EVALUACIÓN DE LA COMPOSICIÓN QUÍMICA Y ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE EN UNA BEBIDA FUNCIONAL A BASE DE PAPAYA NATIVA (Carica pubescens Lenne et Koch) Y CHÍA (Salvia hispanica L.) EDULCORADO CON STEVIA*. Universidad Nacional José María Arguedas.
- Casas, N., Salgado, Y., Moncayo, D., & Cote, S. (2016). Efecto del proceso de malteado en la calidad y estabilidad de una bebida de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) y mango (*Mangifera indica*). *Agroindustrial Science*, 6(1), 77–83.

- Chaparro, D., Pismag, R., Elizalde, A., Vivas, N., & Erazo, C. (2011). Efecto de la germinación sobre el contenido y digestibilidad de proteína en semillas de Amarantho, Quinoa, Soya y Guandul. *Facultad de Ciencias Agropecuarias*, 8(1).
- Chavan, J., & Kadam, S. (1989). Nutritional improvement of cereals by sprouting. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 28(5), 401–437. <https://doi.org/10.1080/10408398909527508>
- Chavan, J., Kadam, S., & Larry, R. (1989). Nutritional improvement of cereals by sprouting. In *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* (Vol. 28, Issue 5). <https://doi.org/10.1080/10408398909527508>
- Chavez, D. (2013). “Efecto bactericida in vitro de la solución del extracto estabilizado de *carica pubescens* (papaya arequipeña) al 2%, del gluconato de clorhexidina al 2% y del hipoclorito de sodio al 5%, sobre el crecimiento del *Enterococcus faecalis* en diferentes tiempos. Universidad Católica de Santa María.
- Chen, J., & Lolivret, L. (2011). The determining role of bolus rheology in triggering a swallowing. *Food Hydrocolloids*, 25(3), 325–332. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2010.06.010>
- Choco, O. (2014). *Variación del potencial antioxidante durante la maduración de uvilla (Physalis peruviana L.) y su estabilidad frente a tratamientos térmicos*. Universidad del Azuay.
- Chonata, L. (2020). La Stevia (Rebaudiana) como edulcorante acalórico. Propuesta de su adición a galletas. *Universitat Politècnica De València*, 1–40.
- Choque, N. L., & Neira, M. M. (2017). *Efecto de la harina de quinua (Chenopodium quinoa Willd) en la formulación de pan sin gluten con transglutaminasa e hidroxipropilmetilcelulosa* [Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa]. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- CIE, C. (1986). CIE (Commission Internationale de L’Eclairage) Technical Report : Colorimetry. In *Commission Internationale de L’Eclairage (CIE)*. Commission Internationale de L’Eclairage.

- Concha Valencia, J., Guevara Pérez, A., & Araujo Vargas, M. (2002). Obtención de polvo de papaya de monte (*Carica Pubescens*) por atomización. *Ingeniería UC*, 9(1).
- Corbo, M. R., Bevilacqua, A., Petruzzi, L., Casanova, F. P., & Sinigaglia, M. (2014). Functional Beverages: The Emerging Side of Functional Foods: Commercial Trends, Research, and Health Implications. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 13(6), 1192–1206. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12109>
- Cornejo-Condori, G. B., Lima-Medina, I., Bravo-Portocarrero, R. Y., Barzola-Tito, K., & Casa-Coila, V. H. (2021). Nematodes associated with andean papaya (*Carica pubescens* L.) in sandia district, puno, Peru. *Bioagro*, 33(3), 191–202. <https://doi.org/10.51372/bioagro333.5>
- Cornejo Condori, G. B. (2019). *Prospección de nematodos en cultivo de papaya andina (Carica pubescens L.) SANDIA-PUNO*. [Tesis Pregrado, en Agronomía con mención en Tropicultura]. Universidad Nacional del Altiplano.
- De la Cruz, P., & Escobar, C. (2023). *Optimización del proceso de elaboración de bebida funcional utilizando quito quito (Solanum quitoense Lam.) y banana (Musa acuminata) variedad bizcochito, edulcorado con estevia*. Universidad nacional daniel alcides carrión.
- De la Cruz, S. (2018). Determinación de la capacidad antioxidante, propiedades fisicoquímicas y comportamiento reológico del jugo de Puro puro (*Passiflora pinnatistipula* Cav). In *Repositorio Institucional - UNH*. Universidad Nacional De Huancavelica.
- Díaz, P., & Heredia, G. (2020). Estudio de los diferentes procesos de elaboración, estabilidad y almacenamiento de tres tipos de bebidas fermentadas de yuca (*manihot esculenta crantz*), con kéfir y levadura. In *Universidad técnica de cotopaxi* (Vol. 1). Universidad técnica de cotopaxi.
- Duque, C., Fujimoto, Y., & Morales, A. (2005). *El aroma frutal de colombia* (Unibiblos). Universidad Nacional de Colombia.
- Dutra, M. B. de L., & Bolini, H. M. A. (2013). Sensory and physicochemical evaluation of acerola nectar sweetened with sucrose and different sweeteners. *Food Science and Technology*, 33(4), 612–618. <https://doi.org/10.1590/S0101-20612013000400003>

- Dutra, M., & Bolini, H. (2013). Sensory and physicochemical evaluation of acerola nectar sweetened with sucrose and different sweeteners. *Food Science and Technology*, 33(4), 612–618. <https://doi.org/10.1590/S0101-20612013000400003>
- Einbond, L. S., Reynertson, K. A., Luo, X. D., Basile, M. J., & Kennelly, E. J. (2004). Anthocyanin antioxidants from edible fruits. *Food Chemistry*, 84(1), 23–28. [https://doi.org/10.1016/S0308-8146\(03\)00162-6](https://doi.org/10.1016/S0308-8146(03)00162-6)
- Espinoza, E. (2003). *Evaluación sensorial de los alimentos*. Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann.
- Fasolin, L. H., & Da Cunha, R. (2012). Soursop juice stabilized with soy fractions: a rheological approach. *Food Science and Technology*, 32(3), 558–567. <https://doi.org/10.1590/s0101-20612012005000072>
- Fernández-Vázquez, R., Stinco, C. M., Meléndez-Martínez, A. J., Heredia, F. J., & Vicario, I. M. (2011). Visual and instrumental evaluation of orange juice color: A consumers' preference study. *Journal of Sensory Studies*, 26(6), 436–444. <https://doi.org/10.1111/j.1745-459X.2011.00360.x>
- Fischer, S., Wilckens, R., Jara, J., Aranda, M., Valdivia, W., Bustamante, L., Graf, F., & Obal, I. (2017). Protein and antioxidant composition of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) sprout from seeds submitted to water stress, salinity and light conditions. *Industrial Crops and Products*, 107(April), 558–564. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2017.04.035>
- Gan, R., Lui, W., Wu, K., Chan, C., Dai, S., Sui, Z., & Corke, H. (2017). Bioactive compounds and bioactivities of germinated edible seeds and sprouts: An updated review. *Trends in Food Science and Technology*, 59, 1–14. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2016.11.010>
- Genovese, D., Elustondo, M., & Lozano, J. (1997). Color and cloud stabilization in cloudy apple juice by steam heating during crushing. *Journal of Food Science*, 62(6), 1171–1175. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1997.tb12238.x>
- Germain, I., Dufresne, T., & Ramaswamy, H. (2006). Rheological characterization of thickened beverages used in the treatment of dysphagia. *Journal of Food Engineering*, 73(1), 64–74. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2005.01.006>

- Gómez, J. (2018). *caracterización fisicoquímica y organoléptica de una bebida de quinua (Chenopodium quinoa Willd) malteada y sin maltear de las variedades Pasankalla y negra Collana*. Tesis de pregrado, Universidad Nacional José María Arguedas.
- Gómez, M. (2008). *Obtención de piezas de SiC por inmersión de preformas de si en lechos carbonosos*.
- González-Regueiro, V., Rodeiro-Mauriz, C., Sanmartín-Fero, C., & Vila-Plana, S. (2014). Introducción al análisis sensorial: Estudio hedónico del pan en el IES Mugaros. In *Sgapeio*. IES de Mugaros.
- Guillermo, Y. (2019). *Influencia de la stevia (Stevia rebaudiana Bertoni) en las características sensoriales y fisicoquímicas en el néctar de arándano (Vaccinium corymbosum)*. Universidad Nacional del Centro del Perú.
- Gutiérrez, H., & De la Vara, R. (2008). Análisis y diseño de experimentos. In R. A. del B. Alayón (Ed.), *Turkish Journal of Medical Sciences* (McGrawHill, Vol. 46, Issue 5). <https://doi.org/10.3906/sag-1507-147>
- Habib, H., Singh, J., Kumar, A., Amin, T., Bhat, T. A., Aziz, N., & Ercisli, S. (2023). Optimization of Functional Beverage Using Germinated Pseudocereals. *Journal of Food Chemistry and Nanotechnology*, 9(Special Issue 1), S108–S116. <https://doi.org/10.17756/jfcn.2023-s1-015>
- Hernandez, E., Carlos, N., Inostroza, L., Bautista, N., Byrne, R., Alencastre, A., & Sueros, S. (2014). Evaluación química y tecnológico-nutricional de “papaya de altura” (. *Ciencia e Investigación*, 17(2), 88–91.
- Hernández, J., & León, J. (1992). Cultivos marginados: otra perspectiva de 1492. In *Producción y protección vegetal FAO* (Recuperado, Vol. 26). www.rlc.fao.org.
- Hough. (1990). *Biología de la cerveza y de la malta*. (Editorial).
- IICA. (2015). El mercado y la producción de quinua en el Perú. In *La prospectiva de la quinua*.
- Jiménez, M. (2017). *Las Bebidas Funcionales como Respuesta a un Consumidor cada vez mas Preocupado por la Salud*. Universidad Pontificia Comillas.

- Kaur, I., & Tanwar, B. (2016). Quinoa beverages: Formulation, processing and potential health benefits. *Romanian Journal of Diabetes, Nutrition and Metabolic Diseases*, 23(2), 215–225. <https://doi.org/10.1515/rjdnmd-2016-0026>
- Kent, N., & Evers, A. (1994). Malting, Brewing and Distilling. *Kent's Technology of Cereals*, 218–232. <https://doi.org/10.1533/9781855736603.218>
- Kubo, M., Augusto, P., & Cristianini, M. (2013). Effect of high pressure homogenization (HPH) on the physical stability of tomato juice. *Food Research International*, 51(1), 170–179. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2012.12.004>
- Kuskoski, M., Asuero, A., Troncoso, J., & Fett, R. (2005). Prediction interval analysis is underutilized and can be more helpful than just confidence interval analysis. *Journal of Clinical Monitoring and Computing*, 23(3), 181–183. <https://doi.org/10.1007/s10877-009-9165-0>
- Laily, A. N., & Sugiyarto, S. (2012). Characterization of *Carica pubescens* in Dieng Plateau, Central Java based on morphological characters, antioxidant capacity, and protein banding pattern. *Nusantara Bioscience*, 4(1), 16–21. <https://doi.org/10.13057/nusbiosci/n040104>
- Leguía, S. (2018). Compuestos fenolicos, capacidad antioxidante y contenido proteico de tres variedades de quinua germinada (*Chenopodium quinua* Willd). In *Agroindustrial Science* (Vol. 2, Issue 2). Universidad nacional josé maría arguedas.
- León-Roque, N., Abderrahim, M., Nuñez-Alejos, L., Arribas, S. M., & Condezo-Hoyos, L. (2016). Prediction of fermentation index of cocoa beans (*Theobroma cacao* L.) based on color measurement and artificial neural networks. *Talanta*, 161(March 2023), 31–39. <https://doi.org/10.1016/j.talanta.2016.08.022>
- Leon, D. (2019). Formulación de una bebida vegetal a partir de germinado y malteado de cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) variedad Cupi. In *UPeU*. Universidad Peruana Unión.
- Liberatore, C. M., Cirlini, M., Ganino, T., Rinaldi, M., Tomaselli, S., & Chiancone, B. (2021). Effects of thermal and high-pressure processing on quality features and the volatile profiles of cloudy juices obtained from golden delicious, Pinova, and red delicious apple cultivars.

Foods, 10(12). <https://doi.org/10.3390/foods10123046>

- Lozano, E., Salcedo, J., & Andrade, R. (2020). Evaluation of yam (*Dioscorea rotundata*) mucilage as a stabilizer in the production of mango nectar. *Heliyon*, 6(6), e04359. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e04359>
- Mäkinen, O. E., Uniacke-Lowe, T., O'Mahony, J., & Arendt, E. (2015). Physicochemical and acid gelation properties of commercial UHT-treated plant-based milk substitutes and lactose free bovine milk. *Food Chemistry*, 168, 630–638. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.07.036>
- Maldonado-Jibaja, R., Carrillo Herrera, P., Ramírez Cárdenas, L., & Carvajal Larenas, F. (2018). Elaboración de una bebida fermentada a base de quinoa (*Chenopodium quinoa*). *Enfoque UTE*, 9(3), 1–11. <https://doi.org/10.29019/enfoqueute.v9n3.329>
- Mamani, C. (2021). *Efecto del tiempo de germinación de tres variedades de quinua (Chenopodium quinoa Willd.) sobre el contenido de proteína, digestibilidad in vitro, ácido ascórbico y evaluación sensorial*. Universidad Nacional del Altiplano.
- Managó, N. (2020). *Desarrollo de Una Bebida Fermentada a Base de Soya*.
- Marconati, M., & Ramaioli, M. (2020). The role of extensional rheology in the oral phase of swallowing: An: in vitro study. *Food and Function*, 11(5), 4363–4375. <https://doi.org/10.1039/c9fo02327e>
- Meléndez-Martínez, A. J., Gómez-Robledo, L., Melgosa, M., Vicario, I. M., & Heredia, F. J. (2011). Color of orange juices in relation to their carotenoid contents as assessed from different spectroscopic data. *Journal of Food Composition and Analysis*, 24(6), 837–844. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2011.05.001>
- Mendoza, F., & Lu, R. (2015). Hyperspectral imaging technology in food and agriculture. In *Hyperspectral Imaging Technology in Food and Agriculture* (Issue January 2015). <https://doi.org/10.1007/978-1-4939-2836-1>
- Mujica, A., & Jacobsen, S. (2006). La quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) y sus parientes silvestres. *Botánica Económica de Los Andes Centrales*, 449–457.

- Muñoz Murillo, J. P., Carranza Chica, N. L., Cagua Delgado, M. V., Alcívar Arteaga, A. K., & Muñoz Murillo, A. A. (2019). Elaboración de néctar de pitahaya (*Selenicereus megalanthus*) con piña (*Ananas comosus*) y maracuyá (*Passiflora edulis*) y su efecto en las características físico-químicas, microbiológicas y organolépticas. *Agroindustrial Science*, 9(1), 13–17.
- Ñañez, A. (2022). “*Formulación de una bebida funcional a base de malta de quinua (Chenopodium quinoa Will.) y pulpa de aguaymanto (Physalis peruviana L.) para la evaluación de su aceptabilidad.*” Universidad Nacional de Huancavelica.
- NOM-218-SSA1-2011. (2011). Norma Oficial Mexicana NOM-218-SSA1-2011, Productos y servicios. Bebidas saborizadas no alcohólicas, sus congelados, productos concentrados para prepararlas y bebidas adicionadas con cafeína. *Biblioteca Del Congreso Nacional de Chile*.
- NTP, I. (2009). *Norma Técnica Peruana (Jugos, Néctares y Bebidas de frutas)* (1° Edición).
- Ondrejovič, M., Chmelová, D., Ivanišová, E., Dráb, Š., & Psota, V. (2014). Evaluation of antioxidant activities of cereals and their malts. *Nova Biotechnologica et Chimica*, 13(2), 172–181. <https://doi.org/10.1515/nbec-2015-0007>
- Ordoñez, E., León, A., Reátegui, D., & Sandoval, M. (2011). CUANTIFICACIÓN DE POLIFENOLES TOTALES Y ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE EN HOJAS, CORTEZA, FLORES Y FRUTO DE DOS VARIEDADES DE GUAYABA (*Psidium guajava* L.). *Investigación y Amazonía*, 1(2), 48–52.
- Ortiz, N. (2009). *Efectos de Fuentes y Niveles de Calcio en el Rendimiento y Calidad de la Fruta de Papaya (Carica papaya cv ' Sunrise Solo ')*. Universidad de Puerto Rico-Recinto Universitario de Mayaguez.
- Otazu, D. (2014). Universidad Nacional Del Altiplano Universidad Nacional Del Altiplano. In *Tesis*. Universidad Nacional del Altiplano.

- Pachari, E., Alca, J. J., Rondón Saravia, G., Callejas Campioni, N., & Jachmanián Alpuy, I. (2019). Comparison of the lipid profile and tocopherol content of four Peruvian quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) cultivars ('Amarilla de Maranganí', 'Blanca de Juli', INIA 415 'Roja Pasankalla', INIA 420 'Negra Collana') during germination. *Journal of Cereal Science*, 88(May), 132–137. <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2019.05.015>
- Paredes, J. L., Escudero-Gilete, M. L., & Vicario, I. M. (2022). A new functional kefir fermented beverage obtained from fruit and vegetable juice: Development and characterization. *Lwt*, 154, 112728. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.112728>
- Paria, Milagros y Terrones, R. (2021). *Actividad antioxidante durante el pasteurizado de bebida a base de sanky (Corryocactus Brevistylus) y Arándano (Vaccinium Myrtillus)*. Universidad Nacional del Santa.
- Paško, P., Bartoń, H., Zagrodzki, P., Gorinstein, S., Fołta, M., & Zachwieja, Z. (2009). Anthocyanins, total polyphenols and antioxidant activity in amaranth and quinoa seeds and sprouts during their growth. *Food Chemistry*, 115(3), 994–998. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2009.01.037>
- Patra, T., Rinnan, Å., & Olsen, K. (2021). The physical stability of plant-based drinks and the analysis methods thereof. *Food Hydrocolloids*, 118(March). <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2021.106770>
- Patrycja, C., Ewa, D., & Malgorzata, Z. (2022). Application of Optical and Rheological Techniques in Quality and Storage Assessment of the Newly Developed Colloidal-Suspension Products: Yogurt-Type Bean-Based Beverages. *Sensors*, 22(8348).
- Pedreschi, F., León, J., Mery, D., & Moyano, P. (2006). Development of a computer vision system to measure the color of potato chips. *Food Research International*, 39(10), 1092–1098. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2006.03.009>
- Pilco-Quesada, S., Tian, Y., Yang, B., Repo-Carrasco-Valencia, R., & Suomela, J. P. (2020). Effects of germination and kilning on the phenolic compounds and nutritional properties of quinoa (*Chenopodium quinoa*) and kiwicha (*Amaranthus caudatus*). *Journal of Cereal Science*, 94(February), 102996. <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2020.102996>

- Pilco, G. (2020). “*FLAVEDO DESHIDRATADO DE NARANJA (Citrus sinensis, variedad Valencia) Y HOJAS DE STEVIA (Stevia rebaudiana) PARA LA ELABORACIÓN DE INFUSIÓN CÍTRICA*” (Issue January 2019) [UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO FACULTAD CIENCIAS PECUARIAS]. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.28624.79369>
- Pilco, S. (2021). *Elaboración de una bebida a base de granos andinos: Quinoa (Chenopodium quinoa) y Kiwicha (Amaranthus caudatus)*. Universidad Nacional Agraria la Molina [Tesis Doctoral en ciencias de alimentos].
- Quenta, L., & Verapinto, G. (2017). *Obtención de harina de quinua malteada (Chenopodium Quinoa Willd) y suplementada en Minerales Esenciales: Fierro, Calcio, Magnesio y Zinc*. Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa.
- Reglamento (Unión Europea)N°1131/2011. (2011). REGLAMENTO (Unión Europea) N° 1131/2011 – Reglamento (CE) N° 1333/2008 del parlamento Europeo y del consejo en lo que respecta a los glucósidos de esteviol. *Diario Oficial de La Unión Europea*, 9(01).
- Repo de Carrasco, R., & Encina, C. (2008). Determinación De La Capacidad Antioxidante Y Compuestos Bioactivos De Frutas Nativas Peruanas. *Revista de La Sociedad Química Del Perú*, 74(2), 108–124.
- Rojas, J., & Buitrago, A. (2019). Antioxidant Activity of Phenolic Compounds Biosynthesized by Plants and Its Relationship With Prevention of Neurodegenerative Diseases. In *Bioactive Compounds: Health Benefits and Potential Applications*. Elsevier Inc. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-814774-0.00001-3>
- Roque, J. (2020). “*Variación de la capacidad antioxidante durante el procesamiento del néctar de cocona (Solanum sessiliflorum Duna) fortificado con quinua (Chenopodium quinoa Willdenow) de la variedad INIA 415 - Pasankalla*”. Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios.
- Salinas, D. E., Garvin, A., Ibarz, R., & Ibarz, A. (2019). Effect of apple fibre addition and temperature on the rheological properties of apple juice and compensation study. *Lwt*, 116(April), 1–8. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2019.108456>

- Salvador-Reyes, R., Sotelo-Herrera, M., & Paucar-Menacho, L. (2014). Study of Stevia (*Stevia rebaudiana* Bertoni) as a natural sweetener and its use in benefit of the health. *Scientia Agropecuaria*, 5(3), 157–163. <https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2014.03.06>
- Sánchez-Moreno, C. (2002). Methods Used to Evaluate the Free Radical Scavenging Activity in Foods and Biological Systems. *Food Science and Technology International*, 8(3), 121–137. <https://doi.org/10.1106/108201302026770>
- Santana, Y. (2021). *Desarrollo de un Néctar de mango(Mangifera indica L.) con edulcorantes de alta intensidad*. Universidad de la Habana.
- Saricaoglu, F. T., Atalar, I., Yilmaz, V. A., Odabas, H. I., & Gul, O. (2019). Application of multi pass high pressure homogenization to improve stability, physical and bioactive properties of rosehip (*Rosa canina* L.) nectar. *Food Chemistry*, 282(January), 67–75. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.01.002>
- Schramm, L. (2006). Emulsions, Foams, and Suspensions. In *Fundamentals and Applications*. <https://doi.org/10.1002/3527606750>
- Shamsudin, R., Ling, C. S., Adzahan, N. M., & Daud, W. R. W. (2013). Rheological properties of ultraviolet-irradiated and thermally pasteurized Yankee pineapple juice. *Journal of Food Engineering*, 116(2), 548–553. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2012.12.031>
- Shori, A. B. (2016). Influence of food matrix on the viability of probiotic bacteria: A review based on dairy and non-dairy beverages. *Food Bioscience*, 13, 1–8. <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2015.11.001>
- Silva, K., Machado, A., Cardoso, C., Silva, F., & Freitas, F. (2020). Rheological behavior of plant-based beverages. *Food Science and Technology (Brazil)*, 40(June), 258–263. <https://doi.org/10.1590/fst.09219>
- Soares, A. de C. C., Tavares, M. B. F. B., Ortega, E. de P. M., Vidigal, M. C. T. R., & Santana, R. de C. (2024). Rheological and sensorial evaluation of fruit nectar with chia mucilage. *International Journal of Gastronomy and Food Science*, 35(December 2023). <https://doi.org/10.1016/j.ijgfs.2023.100849>

- Solano, M. (2010). *Taxonomía Vegetal, Botánica Sistemática*. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional del Altiplano.
- Stamataki, N. S., Crooks, B., Ahmed, A., & McLaughlin, J. T. (2020). Effects of the daily consumption of stevia on glucose homeostasis, body weight, and energy intake: A randomised open-label 12-week trial in healthy adults. *Nutrients*, *12*(10), 1–16. <https://doi.org/10.3390/nu12103049>
- Stokes, J. R., Boehm, M. W., & Baier, S. K. (2013). Oral processing, texture and mouthfeel: From rheology to tribology and beyond. *Current Opinion in Colloid and Interface Science*, *18*(4), 349–359. <https://doi.org/10.1016/j.cocis.2013.04.010>
- Tang, Y., Li, X., Zhang, B., Chen, P. X., Liu, R., & Tsao, R. (2015). Characterisation of phenolics, betanins and antioxidant activities in seeds of three *Chenopodium quinoa* Willd. genotypes. In *Food Chemistry* (Vol. 166). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.06.018>
- Tapia, M., Mujica, A., & Canahua, A. (1990). *Origen distribución geográfica y sistemas de producción en Quinoa*. Universidad Nacional Técnica del Altiplano.
- Tarantola, J., & Wujastyk, L. (2009). Alternative Milk Beverages. *Journal of Renal Nutrition*, *19*(2), e1–e10. <https://doi.org/10.1053/j.jrn.2008.12.002>
- Thuresson, C. (2015). Development and studies on a gluten free , liquid suspension based on quinoa (*Chenopodium quinoa*). *Swedish University of Agricultural Sciences*, 427.
- Torres, E. (2024). *Optimización de la formulación de Néctar de aguaymanto reducido de azúcar por estevia utilizando metodología de superficie respuesta*. Universidad Nacional Del Centro Del Perú.
- Toydemir, G., Gultekin Subasi, B., Hall, R. D., Beekwilder, J., Boyacioglu, D., & Capanoglu, E. (2022). Effect of food processing on antioxidants, their bioavailability and potential relevance to human health. *Food Chemistry: X*, *14*(August 2021). <https://doi.org/10.1016/j.fochx.2022.100334>

- Uribe, E., Delgadillo, A., Giovagnoli-Vicunã, C., Quispe-Fuentes, I., & Zura-Bravo, L. (2015). Extraction techniques for bioactive compounds and antioxidant capacity determination of chilean papaya (*Vasconcellea pubescens*) fruit. *Journal of Chemistry*, 2015. <https://doi.org/10.1155/2015/347532>
- Valencia, S., Svanberg, U., Ruales, J., & Sandberg, A. (1991). Processing of quinoa (*Chenopodium quinoa*, Willd): effects on in vitro iron availability and phytate hydrolysis. *Journal of Food Science and Nutrition*, 50(5), 203–211. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1991.tb04765.x>
- Valeriano, M. (2022). *Efecto de la sustitución parcial de Mango (Mangifera indica) y Chía Molido (Salvia hispánica) sobre la capacidad antioxidante en la elaboración del néctar a base de Sachatmate (Cyphomandra betacea)* [Universidad Nacional de Juliaca]. <https://doi.org/10.59899/ges-cono-56-c12>
- Vallenas, M. (2013). PAPAYA. Manual Técnico Para La Producción Orgánica de Papaya Andina. *Gobierno Regional.*, 1–25.
- Vega-Gálvez, A., Palacios, M., Boglio, F., Pássaro, C., Jeréz, C., & Lemus-Mondaca, R. (2007). Deshidratación osmótica de la papaya chilena (*Vasconcellea pubescens*) e influencia de la temperatura y concentración de la solución sobre la cinética de transferencia de materia. *Ciencia e Tecnología de Alimentos*, 27(3), 470–477. <https://doi.org/10.1590/S0101-20612007000300008>
- Villegas, C., Lorenzo, A., & Vélez-Ruíz, J. (2015). Artículo Científico ORIGEN, CARACTERIZACIÓN, PROPIEDADES Y ESTABILIDAD DE LA SANGRITA. *Revista ReCiTeIA*, May 2015.
- Vitali, A., & Rao, M. (1984). Flow Properties of Low-Pulp Concentrated Orange Juice: Effect of Temperature and Concentration. *Journal of Food Science*, 49(3), 882–888. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1984.tb13233.x>
- Xu, M., Jin, Z., Simsek, S., Hall, C., Rao, J., & Chen, B. (2019). Effect of germination on the chemical composition, thermal, pasting, and moisture sorption properties of flours from chickpea, lentil, and yellow pea. *Food Chemistry*, 295(April), 579–587.

<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.05.167>

- Yadav, D., Bansal, S., Jaiswal, A., & Singh, R. (2017). Plant Based Dairy Analogues: An Emerging Food. *Agricultural Research & Technology: Open Access Journal*, 10(2), 23–26. <https://doi.org/10.19080/artoaj.2017.10.555781>
- Yahia, E. (2018). Fruit and Vegetable phytochemicals. In O. 9600 Garsington Road, Oxford (Ed.), *Chemistry and Human Health* (Second Edi, Vol. 2). <https://doi.org/10.1002/9781119158042.ch60>
- Yong- heng, Y., Su- zhen, H., Yu- lin, H., Yuan, H. yan, Gu, C. sun, & Zhao, Y. hai. (2014). Base substitution mutations in uridinediphosphate-dependent glycosyltransferase 76G1 gene of *Stevia rebaudiana* causes the low levels of rebaudioside A: Mutations in UGT76G1, A key gene of steviol glycosides synthesis. *Plant Physiology and Biochemistry*, 80, 220–225. <https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2014.04.005>
- Zapana, J. (2011). “Elaboración de néctar de papaya de montaña (*Carica pubescens*) y evaluación de su vida en anaquel en tres tipos de envase.” In *Tesis*. Universidad Nacional del Altiplano.

ANEXOS

Anexo 1: Resultados de la composición proximal de la harina de quinua malteada, harina de quinua sin maltear y papayita andina

Tabla 16: Composición proximal de la materia prima.

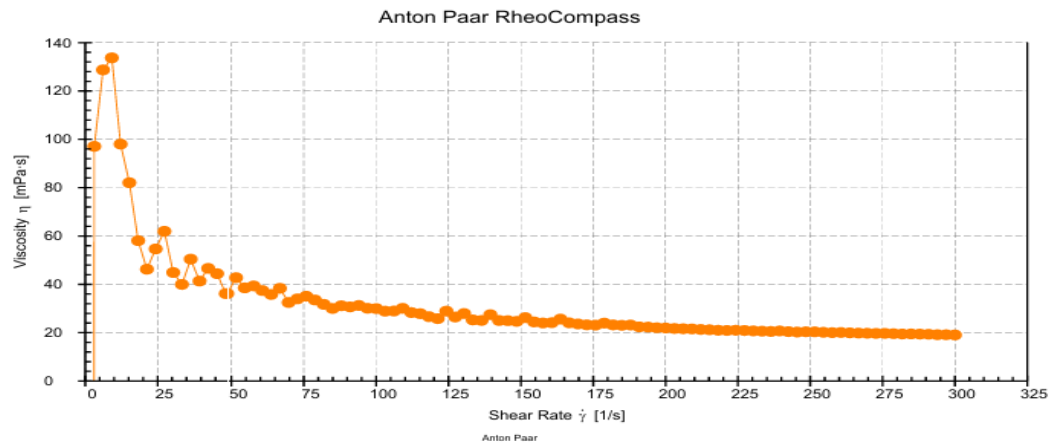
| Composición proximal | Replicas | Materia prima | | |
|--|----------|---|------------------------------|-------------------------|
| | | Harina malteada de quinua (72 h de germinado) | Harina de quinua sin maltear | Fruto (Papayita Andina) |
| Humedad (%) | R1 | 6.5 | 8.7 | 84.5 |
| | R2 | 7.2 | 7.9 | 84.4 |
| | R3 | 6.8 | 8.5 | 84.8 |
| Proteína (%) | R1 | 12.74 | 12.5 | 0.54 |
| | R2 | 12.82 | 12.5 | 0.5 |
| | R3 | 12.55 | 12.3 | 0.58 |
| Grasa (%) | R1 | 5.26 | 6.51 | 0.26 |
| | R2 | 5.34 | 6.3 | 0.3 |
| | R3 | 5.4 | 7 | 0.29 |
| Cenizas (%) | R1 | 2.45 | 2.75 | 0.64 |
| | R2 | 2.58 | 2.65 | 0.62 |
| | R3 | 2.57 | 2.4 | 0.63 |
| Carbohidratos (%) | R1 | 69.54 | 73.05 | 14.06 |
| | R2 | 70.65 | 72.06 | 14.18 |
| | R3 | 69.8 | 72.68 | 13.7 |
| Capacidad antioxidante (Trolox CI50 μ mol/100gr) | R1 | 1021.99 | 1447.89 | 1011.32 |
| | R2 | 1013.52 | 1435.35 | 1015.72 |
| | R3 | 1016.35 | 1440.37 | 1017.91 |

Anexo 2: Resultados para las características físicas Propiedades reológicas, Índice de sedimentación (%I.S)y la determinación de color por CIELab.

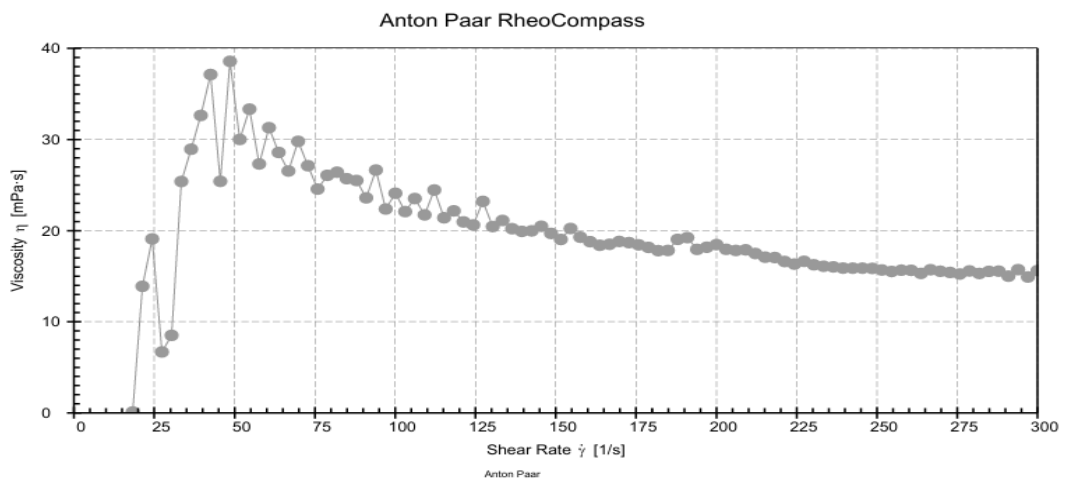
- **Comportamiento reológico para las bebidas.**

Tabla 17: *Parámetros reológicos reológica de la bebida funcional de papayita andina a distintos % de quinua malteada y quinua sin maltear.*

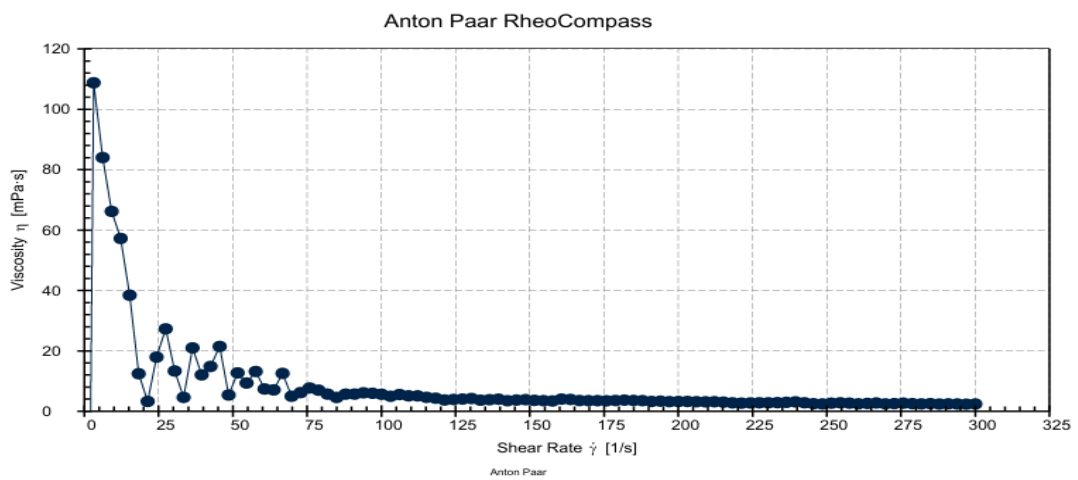
| Velocidad de deformación [1/s] $\dot{\gamma}$ | Esfuerzo de corte [Pa] τ | | | | | |
|---|---|---------------------------|---------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| | T1 (30% QM: 70% PP) | T2 (50% QM: 50% PP) | T3 (70% QM: 30% PP) | T4 (30% QSM: 70% PP) | T5 (50% QSM: 50% PP) | T6 (70% QSM: 70% PP) |
| 0.1 | 0.65±0.27 | 0.15±0.57 | 0.01±0.29 | 0.46±0.26 | 0.07±0.14 | 0.01±0.36 |
| 3.13 | 0.80±0.07 | 0.24±0.33 | 0.15±0.15 | 0.37±0.17 | 0.44±0.32 | 0.38±0.07 |
| 9.19 | 0.45±0.33 | 0.46±0.75 | 0.66±0.40 | 0.69±0.26 | 0.76±0.59 | 1.63±0.35 |
| 15.3 | 0.53±0.40 | 0.40±0.78 | 0.84±0.53 | 0.69±0.33 | 0.66±0.53 | 1.49±0.20 |
| 33.4 | 1.26±0.12 | 1.22±0.33 | 1.42±0.22 | 0.59±0.06 | 1.66±0.27 | 1.21±0.11 |
| 63.8 | 1.73±0.08 | 1.94±0.38 | 2.38±0.17 | 1.14±0.08 | 2.39±0.10 | 2.48±0.17 |
| 69.8 | 1.68±0.12 | 2.12±0.21 | 2.35±0.19 | 1.16±0.04 | 2.61±0.23 | 2.36±0.08 |
| 97 | 2.20±0.13 | 2.43±0.49 | 2.86±0.18 | 1.58±0.02 | 2.95±0.04 | 2.92±0.00 |
| 115 | 2.41±0.05 | 2.67±0.47 | 3.18±0.16 | 1.67±0.01 | 3.18±0.03 | 3.25±0.03 |
| 121 | 2.47±0.00 | 2.72±0.37 | 3.25±0.10 | 1.59±0.02 | 3.28±0.11 | 3.29±0.14 |
| 136 | 2.72±0.02 | 2.99±0.32 | 3.53±0.16 | 1.71±0.03 | 3.50±0.13 | 3.60±0.16 |
| 152 | 2.98±0.16 | 3.16±0.36 | 3.82±0.19 | 1.96±0.06 | 3.68±0.09 | 3.85±0.11 |
| 170 | 3.23±0.09 | 3.40±0.34 | 4.10±0.21 | 2.04±0.03 | 3.91±0.11 | 4.17±0.14 |
| 185 | 3.39±0.18 | 3.56±0.36 | 4.37±0.16 | 2.19±0.05 | 4.10±0.12 | 4.28±0.01 |
| 200 | 3.55±0.01 | 3.77±0.31 | 4.56±0.15 | 2.21±0.02 | 4.27±0.14 | 4.49±0.43 |
| 218 | 3.72±0.08 | 3.90±0.36 | 4.86±0.19 | 2.35±0.05 | 4.45±0.13 | 4.84±0.22 |
| 239 | 3.86±0.01 | 4.07±0.39 | 5.23±0.09 | 2.48±0.04 | 4.70±0.17 | 5.03±0.06 |
| 255 | 3.98±0.02 | 4.21±0.39 | 5.39±0.02 | 2.59±0.04 | 4.87±0.20 | 5.19±0.05 |
| 270 | 4.11±0.04 | 4.40±0.36 | 5.62±0.05 | 2.69±0.04 | 5.04±0.19 | 5.38±0.05 |
| 282 | 4.22±0.04 | 4.55±0.41 | 5.82±0.03 | 2.80±0.03 | 5.17±0.15 | 5.56±0.07 |
| 300 | 4.39±0.01 | 4.76±0.36 | 6.03±0.05 | 2.90±0.03 | 5.36±0.20 | 5.79±0.06 |



(a)

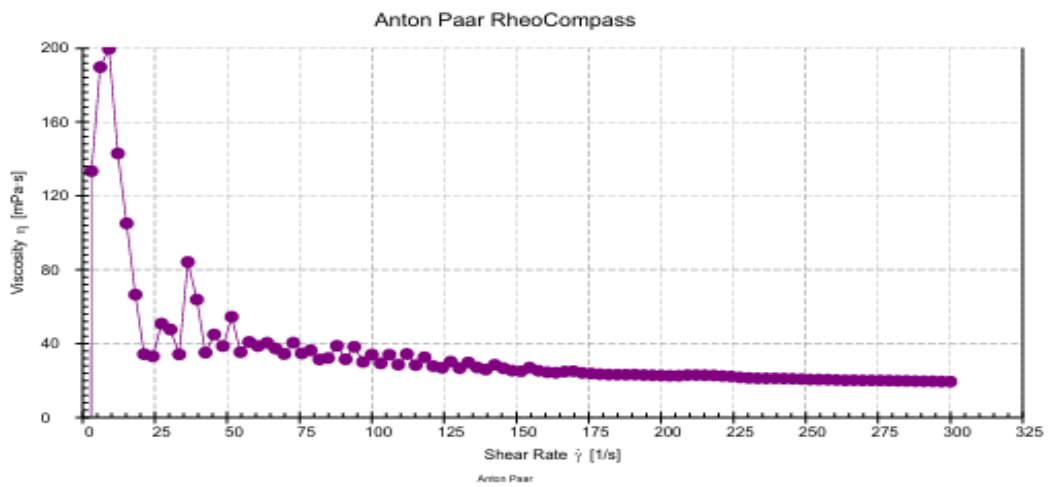
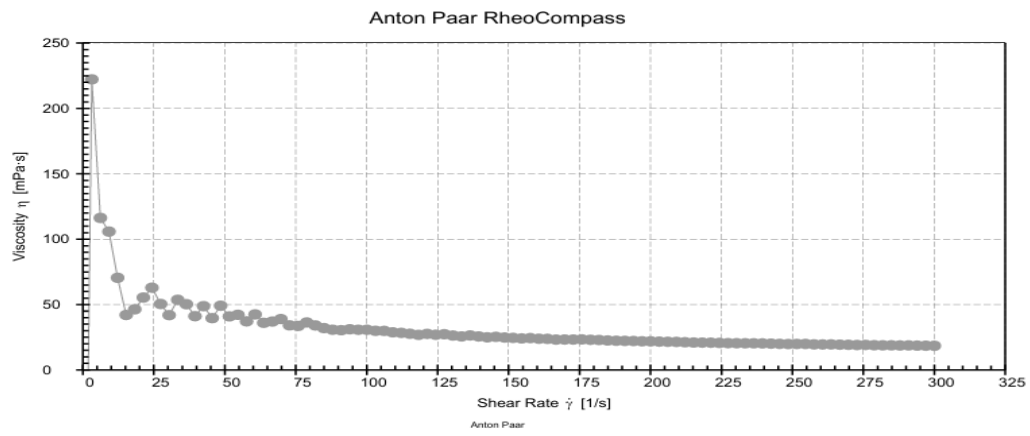
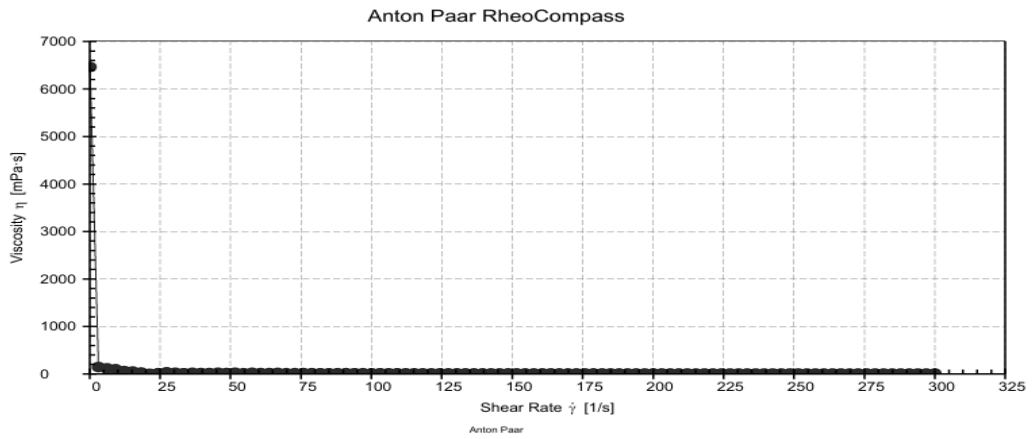


(b)



(c)

Figura 18: Curvas de flujo de las bebidas funcionales con harina de quinua malteada a: T1QM, b: T2QM y c: T3QM.



(c)

Figura 19: Curvas de flujo de las bebidas funcionales con harina de quinua sin maltear
a: T4QSM, b: T5QSM y c: T6QSM.

Tabla 18: Índice de consistencia de la bebida funcional a partir de papayita andina a 97 s^{-1} de velocidad de deformación de los seis tratamientos.

| Velocidad de deformación [1/s] $\dot{\gamma}$ | Tratamiento | Índice de consistencia K (Pa.sⁿ) |
|---|--------------------|--|
| 97 | T1QM | 1.983 |
| 97 | T1QM | 1.981 |
| 97 | T1QM | 1.987 |
| 97 | T2QM | 2.166 |
| 97 | T2QM | 2.168 |
| 97 | T2QM | 2.166 |
| 97 | T3QM | 2.498 |
| 97 | T3QM | 2.499 |
| 97 | T3QM | 2.499 |
| 97 | T4QSM | 1.467 |
| 97 | T4QSM | 1.466 |
| 97 | T4QSM | 1.466 |
| 97 | T5QSM | 2.567 |
| 97 | T5QSM | 2.568 |
| 97 | T5QSM | 2.565 |
| 97 | T6QSM | 2.541 |
| 97 | T6QSM | 2.544 |
| 97 | T6QSM | 2.546 |

Tabla 19: Análisis de la varianza del índice de consistencia a 97 s^{-1} de velocidad de deformación [$1/\text{s}$] γ en las bebidas funcionales de papayita andina.

| Source | GL | SC Ajust. | MC Ajust. | Valor F | Valor p |
|---|----|-----------|-----------|-----------|---------|
| A- HQM y HQSM ^a | 1 | 0.00262 | 0.00262 | 784.82 | 0.000 |
| B- (30%:70%, 50%:50%, 70%:30%) ^b | 2 | 2.13898 | 1.06949 | 320846.32 | 0.000 |
| A : B | 2 | 0.64187 | 0.32094 | 96280.82 | 0.000 |
| Error | 12 | 0.00004 | 0 | | |
| Total | 17 | 2.7835 | | | |

Nota: a: Harina de quinua (HQM harina de quinua malteada y HQSM harina de quinua sin maltear y b: Relación de pulpa de papayita andina y harina de quinua (30%:70%, 50%:50%, 70%:30%).

Tabla 20: Comparación múltiple de Tukey, correspondiente al índice de consistencia medido a una velocidad de deformación de 97 s^{-1} (γ) en bebidas funcionales de papayita andina.

| Tratamiento | N | Media | Agrupación |
|-------------|---|---------|------------|
| T5QSM | 3 | 2.56667 | A |
| T6QSM | 3 | 2.54367 | B |
| T1QM | 3 | 2.49867 | C |
| T2QM | 3 | 2.16667 | D |
| T3QM | 3 | 1.98367 | E |
| T4QSM | 3 | 1.46633 | F |

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

- Índice de sedimentación de las bebidas a distintas condiciones de tiempo y concentración de materia prima (Harina de quinua malteada y la Harina de quinua sin maltear).

| Tiempo | | T1QM | | Tiempo | | T2QM | |
|---------------|----------|-----------|----------|---------------|-----------|-----------|-----------|
| (Horas) | H1 (mm) | H0 (mm) | I.S (%) | (Horas) | H1 (mm) | H0(mm) | I.S (%) |
| 0 | 0 | 100 | 0 | 0 | 0 | 100 | 0 |
| 1.25 | 2 | 98 | 2 | 1.25 | 2 | 98 | 2 |
| 2.41 | 3 | 97 | 3 | 2.41 | 3 | 97 | 3 |
| 10.58 | 4 | 96 | 4 | 16.75 | 4 | 96 | 4 |
| 163.94 | 7 | 96 | 7 | 18.42 | 5 | 95 | 5 |
| 167.46 | 7 | 95 | 5 | 18.92 | 6 | 94 | 6 |
| 220.3 | 10 | 90 | 10 | 20.92 | 8 | 92 | 8 |
| 250.8 | 18 | 82 | 18 | 24.58 | 17 | 83 | 17 |
| 279.64 | 20 | 80 | 20 | 28.92 | 20 | 80 | 20 |
| 313.14 | 22 | 78 | 22 | 37.58 | 25 | 75 | 25 |
| 349.4 | 22 | 78 | 22 | 41.08 | 27 | 73 | 27 |
| 404.51 | 22 | 78 | 22 | 45.08 | 28 | 72 | 28 |
| | | | | 57.96 | 40 | 60 | 40 |
| | | | | 72.3 | 42 | 58 | 42 |
| | | | | 79.13 | 45 | 55 | 45 |
| | | | | 84.13 | 46 | 54 | 46 |
| | | | | 163.94 | 46 | 54 | 46 |
| | | | | 250.8 | 47 | 53 | 47 |
| | | | | 279.64 | 47 | 53 | 47 |

| Tiempo (Horas) | T3QM | | | Tiempo (Horas) | T4QSM | | |
|-------------------|-----------|-----------|-----------|-------------------|-----------|-----------|-----------|
| | H1 (mm) | H0 (mm) | I.S (%) | | H1 (mm) | H0 (mm) | I.S (%) |
| 0 | 0 | 100 | 0 | 0 | 0 | 100 | 0 |
| 9.42 | 4 | 96 | 4 | 6.02 | 3 | 97 | 3 |
| 9.92 | 5 | 95 | 5 | 9.61 | 5 | 95 | 5 |
| 10.58 | 8 | 92 | 8 | 11.94 | 20 | 80 | 20 |
| 10.92 | 9 | 91 | 9 | 12.77 | 15 | 85 | 15 |
| 11.25 | 10 | 90 | 10 | 14.27 | 40 | 60 | 40 |
| 11.92 | 13 | 87 | 13 | 17.02 | 50 | 50 | 50 |
| 12.42 | 14 | 86 | 14 | 17.52 | 54 | 46 | 54 |
| 12.92 | 15 | 85 | 15 | 21.52 | 58 | 42 | 58 |
| 13.58 | 18 | 82 | 18 | 24.19 | 60 | 40 | 60 |
| 14.42 | 20 | 80 | 20 | 26.69 | 60 | 40 | 60 |
| 15.75 | 23 | 77 | 23 | 34.4 | 63 | 37 | 63 |
| 16.75 | 25 | 75 | 25 | 44.32 | 65 | 35 | 65 |
| 18.92 | 30 | 70 | 30 | 51.4 | 67 | 33 | 67 |
| 20.92 | 38 | 62 | 38 | 69.9 | 70 | 30 | 70 |
| 24.58 | 40 | 60 | 40 | 76.15 | 75 | 25 | 75 |
| 28.92 | 43 | 57 | 43 | 81.98 | 76 | 24 | 76 |
| 37.58 | 50 | 50 | 50 | 91.32 | 77 | 23 | 77 |
| 41.08 | 52 | 48 | 52 | 109.32 | 78 | 22 | 78 |
| 45.08 | 53 | 47 | 53 | 137.24 | 79 | 21 | 79 |
| 57.96 | 58 | 42 | 58 | 163.94 | 80 | 20 | 80 |
| 72.3 | 59 | 41 | 59 | 173.76 | 80 | 20 | 80 |
| 79.13 | 60 | 40 | 60 | | | | |
| 102.3 | 64 | 36 | 64 | | | | |
| 163.94 | 64 | 36 | 64 | | | | |
| 167.46 | 65 | 35 | 65 | | | | |

| Tiempo (Horas) | T5QSM | | | Tiempo (Horas) | T6QSM | | |
|-------------------|-----------|-----------|-----------|-------------------|-----------|-----------|-----------|
| | H1 (mm) | H0 (mm) | I.S (%) | | H1 (mm) | H0 (mm) | I.S (%) |
| 0 | 0 | 100 | 0 | 0 | 0 | 100 | 0 |
| 6.02 | 2 | 98 | 2 | 6.02 | 3 | 97 | 3 |
| 24.19 | 3 | 97 | 3 | 12.77 | 5 | 95 | 5 |
| 26.69 | 5 | 95 | 5 | 21.52 | 10 | 90 | 10 |
| 69.9 | 6 | 94 | 6 | 24.19 | 5 | 95 | 5 |
| 76.15 | 12 | 88 | 12 | 26.69 | 20 | 80 | 20 |
| 81.98 | 20 | 80 | 20 | 34.4 | 40 | 60 | 40 |
| 91.32 | 30 | 70 | 30 | 44.32 | 60 | 40 | 60 |
| 109.32 | 40 | 60 | 40 | 51.4 | 80 | 20 | 80 |
| 123.99 | 45 | 55 | 45 | 69.9 | 82 | 18 | 82 |
| 137.24 | 50 | 50 | 50 | 76.15 | 83 | 17 | 83 |
| 163.94 | 55 | 45 | 55 | 123.99 | 85 | 15 | 85 |
| 173.07 | 58 | 42 | 58 | 137.24 | 86 | 14 | 86 |
| 209.18 | 57 | 43 | 57 | 163.94 | 87 | 13 | 87 |
| 228.62 | 57 | 43 | 57 | 173.07 | 88 | 12 | 88 |
| | | | | 209.18 | 88 | 12 | 88 |

Tabla 21: Índice de sedimentación (%) en las bebidas funcionales de papayita andina a un periodo de tiempo de 163.94 para todos los tratamientos.

| Tiempo (min) | Tratamiento | Índice de sedimentación (I.S %) |
|---------------------|--------------------|--|
| 163.94 | T1QM | 7 |
| 163.94 | T1QM | 7 |
| 163.94 | T1QM | 8 |
| 163.94 | T2QM | 45 |
| 163.94 | T2QM | 47 |
| 163.94 | T2QM | 46 |
| 163.94 | T3QM | 63 |
| 163.94 | T3QM | 64 |
| 163.94 | T3QM | 64 |
| 163.94 | T4QSM | 81 |
| 163.94 | T4QSM | 80 |
| 163.94 | T4QSM | 80 |
| 163.94 | T5QSM | 54 |
| 163.94 | T5QSM | 55 |
| 163.94 | T5QSM | 56 |
| 163.94 | T6QSM | 86 |
| 163.94 | T6QSM | 87 |
| 163.94 | T6QSM | 88 |

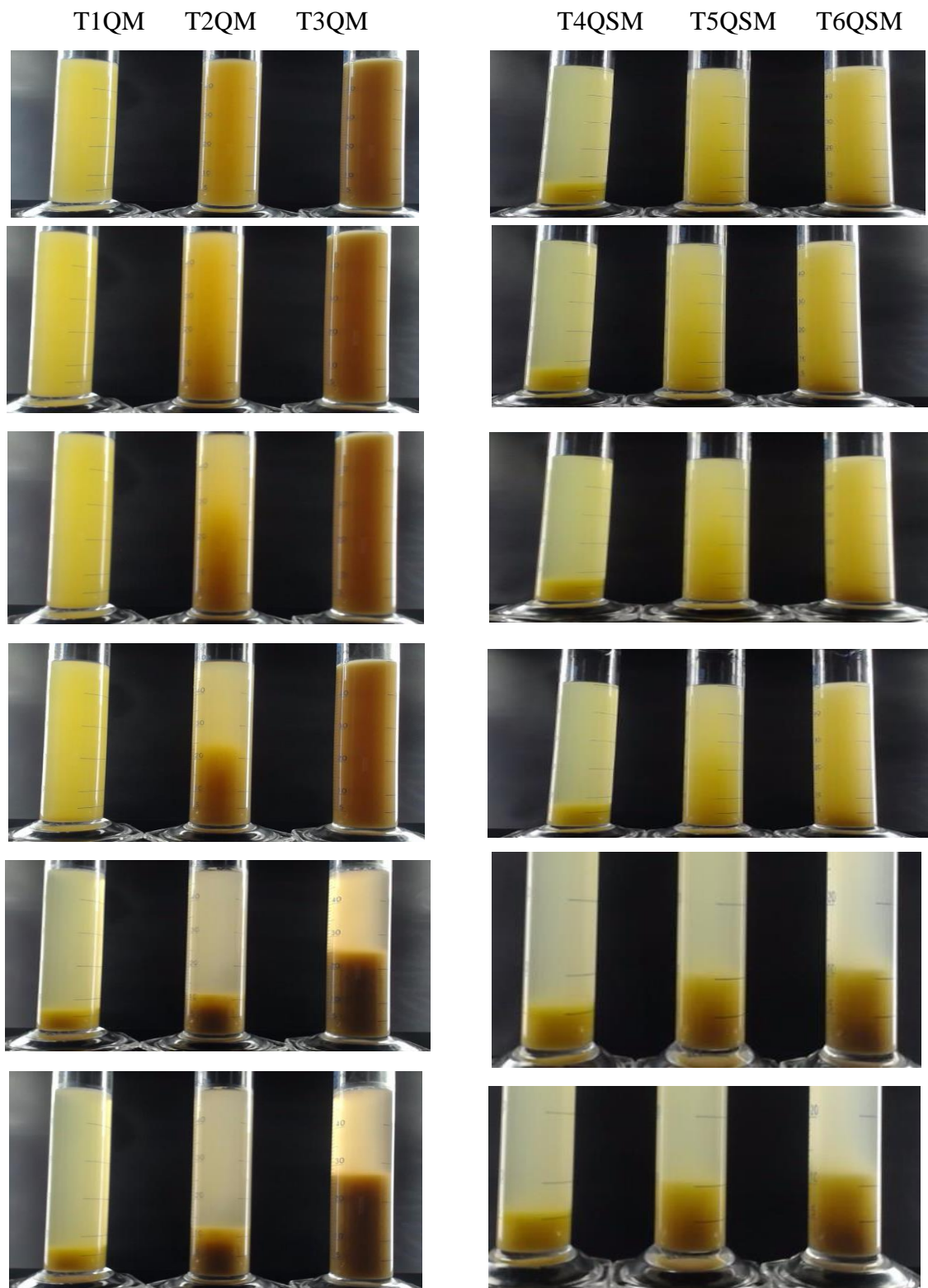


Figura 20: Imágenes de sedimentación de los seis tratamientos T1QM, T2QM, T3QM, T4QSM, T5QSM y T6QSM.

Tabla 22: Análisis de la varianza de índice de sedimentación (%) en las bebidas funcionales de papayita andina.

| Source | GL | SC Ajust. | MC Ajust. | Valor F | Valor p |
|---|----|-----------|-----------|---------|---------|
| A- HQM y HQSM ^a | 1 | 5547.6 | 5547.56 | 8321.33 | 0.000 |
| B- (30%:70%, 50%:50%, 70%:30%) ^b | 2 | 3306.8 | 1653.39 | 2480.08 | 0.000 |
| A : B | 2 | 3384.1 | 1692.06 | 2538.08 | 0.000 |
| Error | 12 | 8 | 0.67 | | |
| Total | 17 | 12246.4 | | | |

Nota: a: Harina de quinua (HQM harina de quinua malteada y HQSM harina de quinua sin maltear y b: Relación de pulpa de papayita andina y harina de quinua (30%:70%, 50%:50%, 70%:30%).

Tabla 23: Comparaciones por parejas de Tukey de los seis tratamientos para índice de sedimentación (I.S %).

| Tratamiento | N | Media | Agrupación |
|-------------|---|-------|------------|
| T6QSM | 3 | 87.00 | A |
| T4QSM | 3 | 80.33 | B |
| T3QM | 3 | 63.66 | C |
| T5QSM | 3 | 55.00 | D |
| T2QM | 3 | 46.00 | E |
| T1QSM | 3 | 7.33 | F |

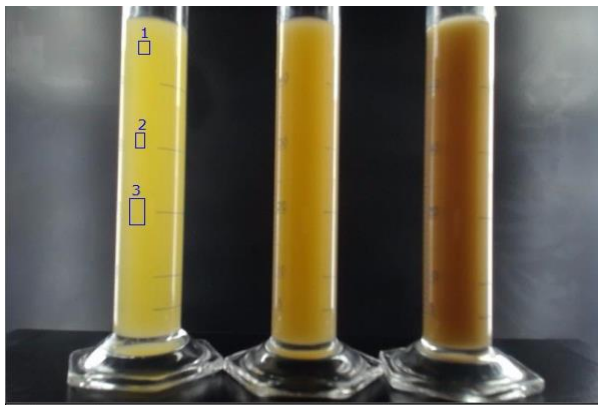
Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

- **Resultado de Color en las bebidas a distintas concentraciones de materia prima (Harina de quinua malteada, Harina de quinua sin malteado y papayita andina).**

Tabla 24: Resultados de la evaluación del color de las bebidas.

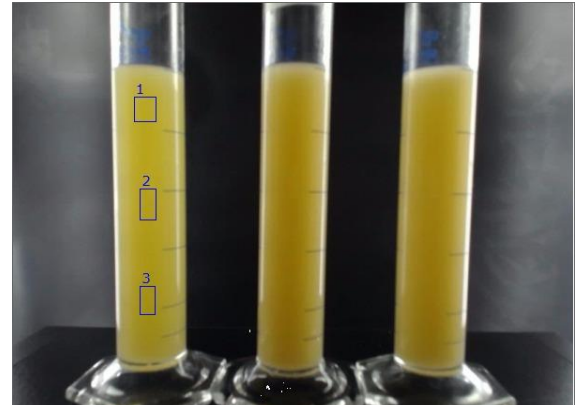
| Tratamiento | Coordenadas de color | | | Tonalidad | Pureza |
|--------------|----------------------|------------|------------|------------|------------|
| | L* | a* | b* | h° | C* |
| T1QM | 78.30±2.21 | -7.98±0.59 | 57.92±2.07 | -0.14±0.01 | 58.47±2.06 |
| T2QM | 55.29±3.37 | 8.83±2.18 | 60.09±2.59 | 0.15±0.04 | 60.77±2.24 |
| T3QM | 31.00±3.51 | 20.23±1.07 | 33.32±3.29 | 0.55±0.05 | 39.01±2.93 |
| T4QSM | 66.85±4.01 | -6.64±0.87 | 62.45±1.52 | -0.10±0.02 | 62.80±1.56 |
| T5QSM | 56.53±3.34 | 0.55±1.40 | 57.09±2.53 | 0.01±0.02 | 57.10±2.53 |
| T6QSM | 53.81±5.20 | 2.07±2.01 | 56.15±3.83 | 0.03±0.04 | 56.19±3.49 |

Tabla 25: Resultados de la evaluación del color de las bebidas.



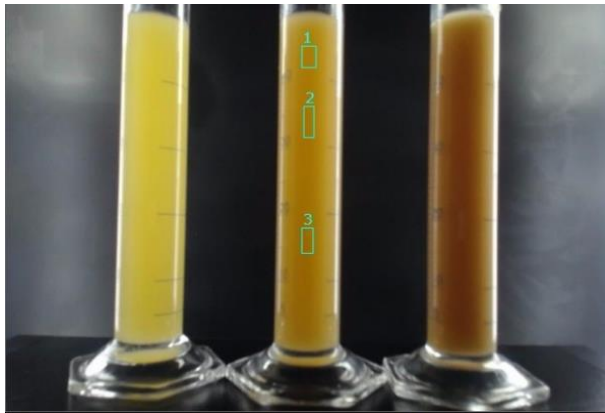
| Nº | Color | RGB | CIELAB | L*C*h* | ΔE* |
|----|-------|---------------------------|--|--|------|
| 1 | | R: 212 G: 196 B: 80 | L*: 80.00594 a*: -8.46789 b*: 56.49844 | L*: 80.00594 C*: 57.12949 h*: -0.14877 | 0 |
| 2 | | R: 211 G: 193 B: 69 | L*: 79.09165 a*: -8.15321 b*: 60.29484 | L*: 79.09165 C*: 60.84359 h*: -0.13441 | 3.92 |
| 3 | | R: 201 G: 183 B: 68 | L*: 75.79819 a*: -7.32502 b*: 56.95646 | L*: 75.79819 C*: 57.42555 h*: -0.12791 | 4.38 |

T1QM



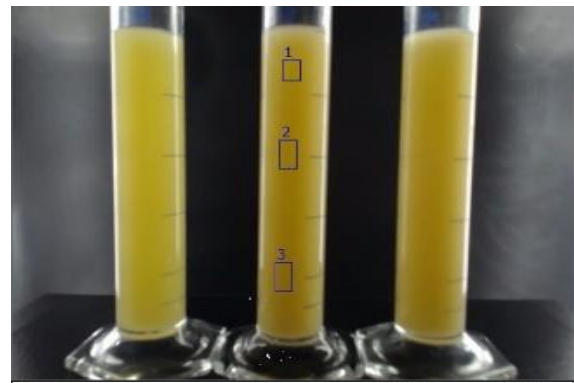
| Nº | Color | sRGB | CIELAB | L*C*h* | ΔE* |
|----|-------|---------------------------|--|--|------|
| 1 | | R: 186 G: 168 B: 40 | L*: 70.57266 a*: -7.56522 b*: 62.68265 | L*: 70.57266 C*: 63.13753 h*: -0.12011 | 0 |
| 2 | | R: 179 G: 159 B: 29 | L*: 67.61646 a*: -6.42364 b*: 63.55559 | L*: 67.61646 C*: 63.87939 h*: -0.10073 | 3.29 |
| 3 | | R: 164 G: 145 B: 23 | L*: 62.64247 a*: -5.86364 b*: 60.60392 | L*: 62.64247 C*: 60.88692 h*: -0.09645 | 8.37 |

T4QSM



| Nº | Color | RGB | CIELAB | L*C*h* | ΔE* |
|----|-------|--------------------------|--|---|------|
| 1 | | R: 171 G: 126 B: 8 | L*: 58.36958 a*: 6.68285 b*: 62.22835 | L*: 58.36958 C*: 62.58616 h*: 0.10698 | 0 |
| 2 | | R: 166 G: 118 B: 4 | L*: 55.81964 a*: 8.78597 b*: 60.8282 | L*: 55.81964 C*: 61.45944 h*: 0.14345 | 3.59 |
| 3 | | R: 156 G: 106 B: 5 | L*: 51.69222 a*: 11.03418 b*: 57.21233 | L*: 51.69222 C*: 58.26666 h*: 0.19052 | 9.42 |
| | | R: 164 G: 116 B: 5 | L*: 55.1019 a*: 9.02115 b*: 60.04284 | L*: 55.1019 C*: 60.71675 h*: 0.14913 | |

T2QM



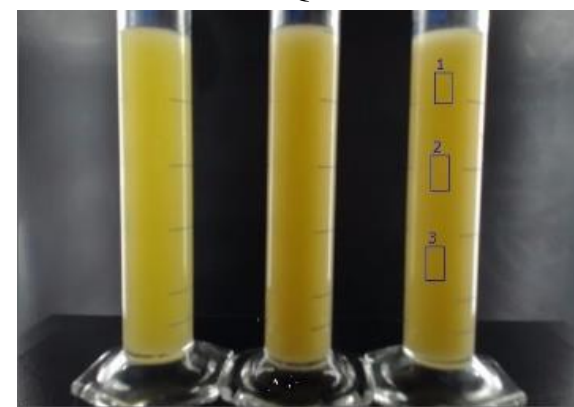
| Nº | Color | sRGB | CIELAB | L*C*h* | ΔE* |
|----|-------|---------------------------|--|--|------|
| 1 | | R: 163 G: 135 B: 18 | L*: 59.91948 a*: -1.25191 b*: 59.76101 | L*: 59.91948 C*: 59.77412 h*: -0.02095 | 0 |
| 2 | | R: 157 G: 126 B: 19 | L*: 57.0001 a*: 0.95222 b*: 56.77435 | L*: 57.0001 C*: 56.78233 h*: 0.01677 | 4.72 |
| 3 | | R: 146 G: 116 B: 14 | L*: 53.24995 a*: 1.3605 b*: 54.73558 | L*: 53.24995 C*: 54.75249 h*: 0.02485 | 8.75 |
| | | R: 155 G: 125 B: 17 | L*: 56.53269 a*: 0.55046 b*: 56.92292 | L*: 56.53269 C*: 56.92558 h*: 0.00967 | |

T5QSM



| Nº | Color | RGB | CIELAB | L*C*h* | ΔE* |
|----|-------|--------------------------|--|---|------|
| 1 | | R: 112 G: 58 B: 14 | L*: 33.97742 a*: 19.59933 b*: 36.41063 | L*: 33.97742 C*: 41.35055 h*: 0.49381 | 0 |
| 2 | | R: 108 G: 52 B: 15 | L*: 31.89962 a*: 21.47333 b*: 33.70055 | L*: 31.89962 C*: 39.96037 h*: 0.56731 | 3.9 |
| 3 | | R: 92 G: 43 B: 12 | L*: 27.12908 a*: 19.62378 b*: 29.86295 | L*: 27.12908 C*: 35.73358 h*: 0.58137 | 9.47 |
| | | R: 104 G: 51 B: 13 | L*: 31.02369 a*: 20.19834 b*: 33.72288 | L*: 31.02369 C*: 39.3091 h*: 0.53965 | |

T3QM



| Nº | Color | sRGB | CIELAB | L*C*h* | ΔE* |
|----|-------|---------------------------|--|--|-------|
| 1 | | R: 161 G: 131 B: 16 | L*: 58.67991 a*: -0.06238 b*: 59.22904 | L*: 58.67991 C*: 59.22907 h*: -0.00105 | 0 |
| 2 | | R: 152 G: 119 B: 9 | L*: 54.61716 a*: 2.17049 b*: 58.41238 | L*: 54.61716 C*: 58.45269 h*: 0.03714 | 4.71 |
| 3 | | R: 135 G: 102 B: 10 | L*: 48.33821 a*: 3.958 b*: 52.68666 | L*: 48.33821 C*: 52.83512 h*: 0.07498 | 12.88 |
| | | R: 149 G: 117 B: 11 | L*: 53.80676 a*: 2.06739 b*: 56.15626 | L*: 53.80676 C*: 56.1943 h*: 0.0368 | |

T6QSM

- **Luminosidad (L*)**

Tabla 26: Análisis de la varianza de la luminosidad (L*) en las bebidas funcionales de papayita andina.

| Source | GL | SC Ajust. | MC Ajust. | Valor F | Valor p |
|---|----|-----------|-----------|---------|---------|
| A- HQM y HQSM ^a | 1 | 97.66 | 97.66 | 7.7 | 0.017 |
| B- (30%:70%, 50%:50%, 70%:30%) ^b | 2 | 2730.43 | 1365.22 | 107.64 | 0.000 |
| A:B | 2 | 892.46 | 446.23 | 35.18 | 0.000 |
| Error | 12 | 152.19 | 12.68 | | |
| Total | 17 | 3872.74 | | | |

Nota: a: HQM: harina de quinua malteada y HQSM harina de quinua sin maltear y b: Relación de pulpa de papayita andina y harina de quinua (30%:70%, 50%:50%, 70%:30%).

Tabla 27: Comparaciones por parejas de Tukey: FACTOR A * FACTOR B para luminosidad (L*).

| FACTOR A*FACTOR B | N | Media | Agrupación |
|-----------------------|---|---------|------------|
| QM- 30% HQM: 70% PP | 3 | 78.2959 | A |
| QSM- 30% HQSM: 70% PP | 3 | 66.8733 | B |
| QSM- 50% HQSM: 50% PP | 3 | 57.8167 | B C |
| QM- 50% HQM: 50% PP | 3 | 55.2931 | C |
| QSM- 70% HQSM: 30% PP | 3 | 53.8733 | C |
| QM- 70% HQM: 30% PP | 3 | 30.999 | D |

- **Coordenada (a*)**

Tabla 28: Análisis de la varianza de la coordenada (a*) en las bebidas funcionales.

| Source | GL | SC Ajust. | MC Ajust. | Valor F | Valor p |
|---|----|-----------|-----------|---------|---------|
| A- HQM y HQSM ^a | 1 | 317.53 | 317.527 | 148.98 | 0.000 |
| B- (30%:70%, 50%:50%, 70%:30%) ^b | 2 | 1054.35 | 527.174 | 247.34 | 0.000 |
| A : B | 2 | 291.12 | 145.562 | 68.3 | 0.000 |
| Error | 12 | 25.58 | 2.131 | | |
| Total | 17 | 1688.57 | | | |

Nota: a: Harina de quinua (HQM harina de quinua malteada y HQSM harina de quinua sin maltear y b: Relación de pulpa de papayita andina y harina de quinua (30%:70%, 50%:50%, 70%:30%).

Tabla 29: Comparaciones por parejas de Tukey: FACTOR A * FACTOR B para coordenada a* (Rojo - Verde).

| FACTOR A*FACTOR B | N | Media | Agrupación |
|-----------------------|---|---------|------------|
| QM- 70% HQM: 30% PP | 3 | 20.231 | A |
| QM- 50%HQM: 50% PP | 3 | 8.8329 | B |
| QSM- 70%HQSM: 30% PP | 3 | 2.02 | C |
| QSM- 50% HQSM: 50% PP | 3 | 0.3533 | C |
| QSM- 30% HQSM: 70% PP | 3 | -6.6133 | D |
| QM- 30% HQM: 70% PP | 3 | -8.1037 | D |

- **Coordenada (b*)**

Tabla 30: Análisis de la varianza de la coordenada (b*) en las bebidas funcionales de papayita andina.

| Source | GL | SC Ajust. | MC Ajust. | Valor F | Valor p |
|---|----|-----------|-----------|---------|---------|
| A- HQM y HQSM ^a | 1 | 307.58 | 307.581 | 42.66 | 0.000 |
| B- (30%:70%, 50%:50%, 70%:30%) ^b | 2 | 823.85 | 411.926 | 57.13 | 0.000 |
| A : B | 2 | 559.36 | 279.681 | 38.79 | 0.000 |
| Error | 12 | 86.52 | 7.21 | | |
| Total | 17 | 1777.32 | | | |

Nota: a: Harina de quinua (HQM harina de quinua malteada y HQSM harina de quinua sin maltear y b: Relación de pulpa de papayita andina y harina de quinua (30%:70%, 50%:50%, 70%:30%).

Tabla 31: Comparaciones por parejas de Tukey: FACTOR A * FACTOR B para coordenada b* (Amarillo-Azul).

| FACTOR A*FACTOR B | N | Media | Agrupación |
|-----------------------|---|---------|------------|
| QSM- 30% HQSM: 70% PP | 3 | 62.2767 | A |
| QM- 50%HQM: 50% PP | 3 | 60.0888 | A |
| QM- 30% HQM: 70% PP | 3 | 57.915 | A |
| QSM- 50% HQSM: 50% PP | 3 | 57.08 | A |
| QSM- 70%HQSM: 30% PP | 3 | 56.7733 | A |
| QM- 70% HQM: 30% PP | 3 | 33.3237 | B |

- **Pureza (C*)**

Tabla 32: Análisis de la varianza del C* (Pureza) en las bebidas funcionales de papayita andina.

| Source | GL | SC Ajust. | MC Ajust. | Valor F | Valor p |
|---|----|-----------|-----------|---------|---------|
| A- HQM y HQSM ^a | 1 | 171.84 | 171.84 | 26.86 | 0.000 |
| B- (30%:70%, 50%:50%, 70%:30%) ^b | 2 | 576.59 | 288.297 | 45.07 | 0.000 |
| A : B | 2 | 362.51 | 181.254 | 28.33 | 0.000 |
| Error | 12 | 76.77 | 6.397 | | |
| Total | 17 | 1187.71 | | | |

Nota: a: Harina de quinua (HQM harina de quinua malteada y HQSM harina de quinua sin maltear y b: Relación de pulpa de papayita andina y harina de quinua (30%:70%, 50%:50%, 70%:30%).

Tabla 33: Comparaciones por parejas de Tukey: FACTOR A * FACTOR B para C* (Pureza).

| FACTOR A*FACTOR B | N | Media | Agrupación |
|-----------------------|---|---------|------------|
| QSM- 30% HQSM: 70% PP | 3 | 62.6333 | A |
| QM- 50% HQM: 50% PP | 3 | 60.7685 | A |
| QM- 30% HQM: 70% PP | 3 | 58.465 | A |
| QSM- 50% HQSM: 50% PP | 3 | 57.1 | A |
| QSM- 70% HQSM: 30% PP | 3 | 56.8367 | A |
| QM- 70% HQM: 30% PP | 3 | 38.7979 | B |

• **Tonalidad (h°)**

Tabla 34: Análisis de la varianza del h° (tonalidad) en las bebidas funcionales de papayita andina.

| Source | GL | SC Ajust. | MC Ajust. | Valor F | Valor p |
|---|----|-----------|-----------|---------|---------|
| A- HQM y HQSM ^a | 1 | 0.19947 | 0.199474 | 187.46 | 0.000 |
| B- (30%:70%, 50%:50%, 70%:30%) ^b | 2 | 0.49566 | 0.247832 | 232.91 | 0.000 |
| A : B | 2 | 0.23365 | 0.116826 | 109.79 | 0.000 |
| Error | 12 | 0.01277 | 0.001064 | | |
| Total | 17 | 0.94156 | | | |

Nota: a: Harina de quinua (HQM harina de quinua malteada y HQSM harina de quinua sin maltear y b: Relación de pulpa de papayita andina y harina de quinua (30%:70%, 50%:50%, 70%:30%).

Tabla 35: Comparaciones por parejas de Tukey: FACTOR A * FACTOR B para h° (tonalidad).

| FACTOR A*FACTOR B | N | Media | Agrupación |
|-----------------------|---|-----------|------------|
| QM- 70% HQM: 30% PP | 3 | 0.54704 | A |
| QM- 50% HQM: 50% PP | 3 | 0.14681 | B |
| QSM- 70% HQSM: 30% PP | 3 | 0.03 | C |
| QSM- 50% HQSM: 50% PP | 3 | 0.003333 | C |
| QSM- 30% HQSM: 70% PP | 3 | -0.103333 | D |
| QM- 30% HQM: 70% PP | 3 | -0.132227 | D |

Anexo 3: Análisis estadístico para las características químicas de las bebidas.

- **Análisis de varianza (ANOVA) y prueba de comparación múltiple de Tukey para pH en bebidas funcionales a partir de papayita andina con harina de quinua malteada (QM) y con harina de quinua sin maltear (QSM).**

Tabla 36: Características químicas de las bebidas.

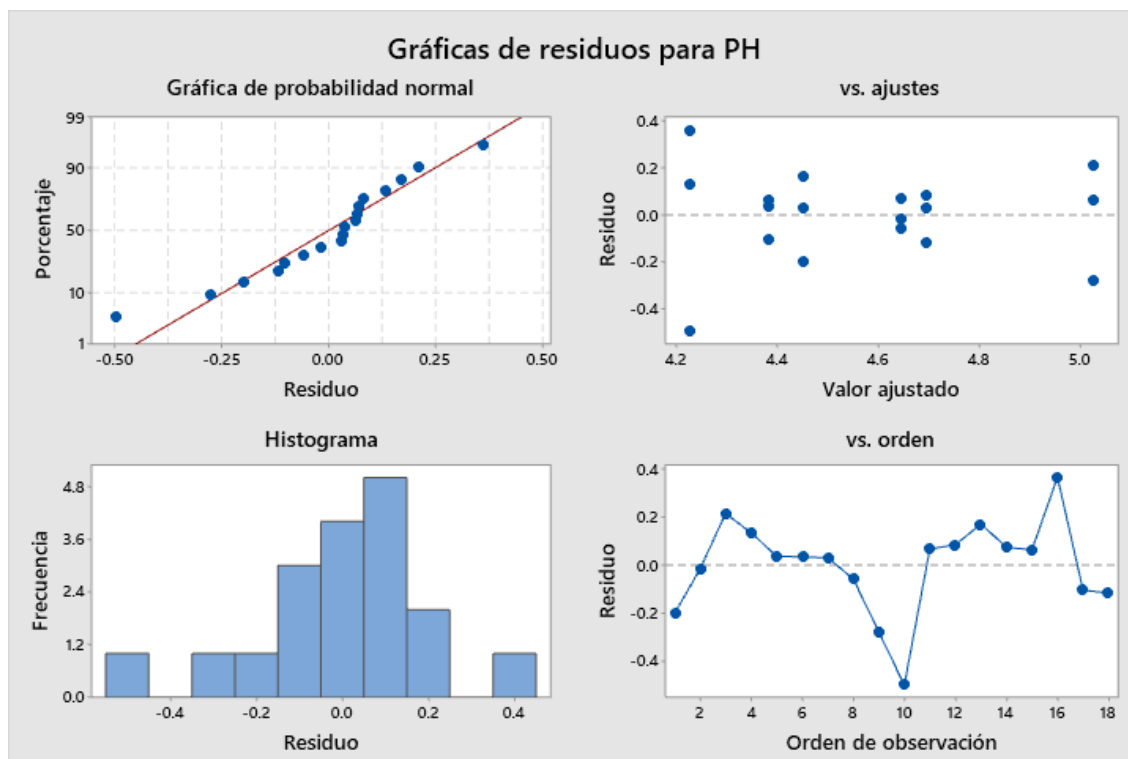
| Bebidas funcionales | Replicas | pH | Solidos Solubles (°Brix) | % de Acidez |
|----------------------------|-----------------|-----------|---------------------------------|--------------------|
| T1QM ^a | R1 | 4.25 | 7.09 | 0.20 |
| | R2 | 4.48 | 7.02 | 0.30 |
| | R3 | 4.62 | 7.03 | 0.30 |
| T2QM ^a | R1 | 4.63 | 6.80 | 0.20 |
| | R2 | 4.59 | 6.90 | 0.25 |
| | R3 | 4.72 | 6.80 | 0.19 |
| T3QM ^a | R1 | 5.24 | 6.80 | 0.18 |
| | R2 | 4.75 | 7.10 | 0.22 |
| | R3 | 5.09 | 6.90 | 0.20 |
| T4QSM ^b | R1 | 4.36 | 6.40 | 0.22 |
| | R2 | 3.73 | 5.90 | 0.30 |
| | R3 | 4.59 | 6.20 | 0.20 |
| T5QSM ^b | R1 | 4.42 | 7.00 | 0.20 |
| | R2 | 4.45 | 6.90 | 0.20 |
| | R3 | 4.28 | 6.90 | 0.30 |
| T6QSM ^b | R1 | 4.73 | 6.40 | 0.10 |
| | R2 | 4.78 | 6.40 | 0.20 |
| | R3 | 4.58 | 6.50 | 0.30 |

Nota: a: Bebidas funcionales de papayita andina con harina de quinua malteada (QM), b: Bebidas funcionales de papayita andina con harina de quinua sin maltear (QSM).

Tabla 37: Análisis de la varianza del pH en las bebidas.

| Fuente | GL | SC Ajust. | MC Ajust. | Valor F | Valor p |
|---|-----------|------------------|------------------|----------------|----------------|
| Modelo | 5 | 1.19272 | 0.238543 | 4.48 | 0.016 |
| Lineal | 3 | 1.18401 | 0.394669 | 7.41 | 0.005 |
| A – HQM ^a y HQSM ^b | 1 | 0.33347 | 0.333472 | 6.26 | 0.028 |
| B - (30% Q: 70%PP, 50%Q:50PP, 70%Q:30%PP) | 2 | 0.85053 | 0.425267 | 7.98 | 0.006 |
| Interacciones de 2 términos | 2 | 0.00871 | 0.004356 | 0.08 | 0.922 |
| A: B | 2 | 0.00871 | 0.004356 | 0.08 | 0.922 |
| Error | 12 | 0.63933 | 0.053278 | | |
| Total | 17 | 1.83205 | | | |

Nota: a: Harina de quinua (HQM harina de quinua malteada y HQSM harina de quinua sin maltear y b: Relación de pulpa de papayita andina y harina de quinua (30%:70%, 50%:50%, 70%:30%).

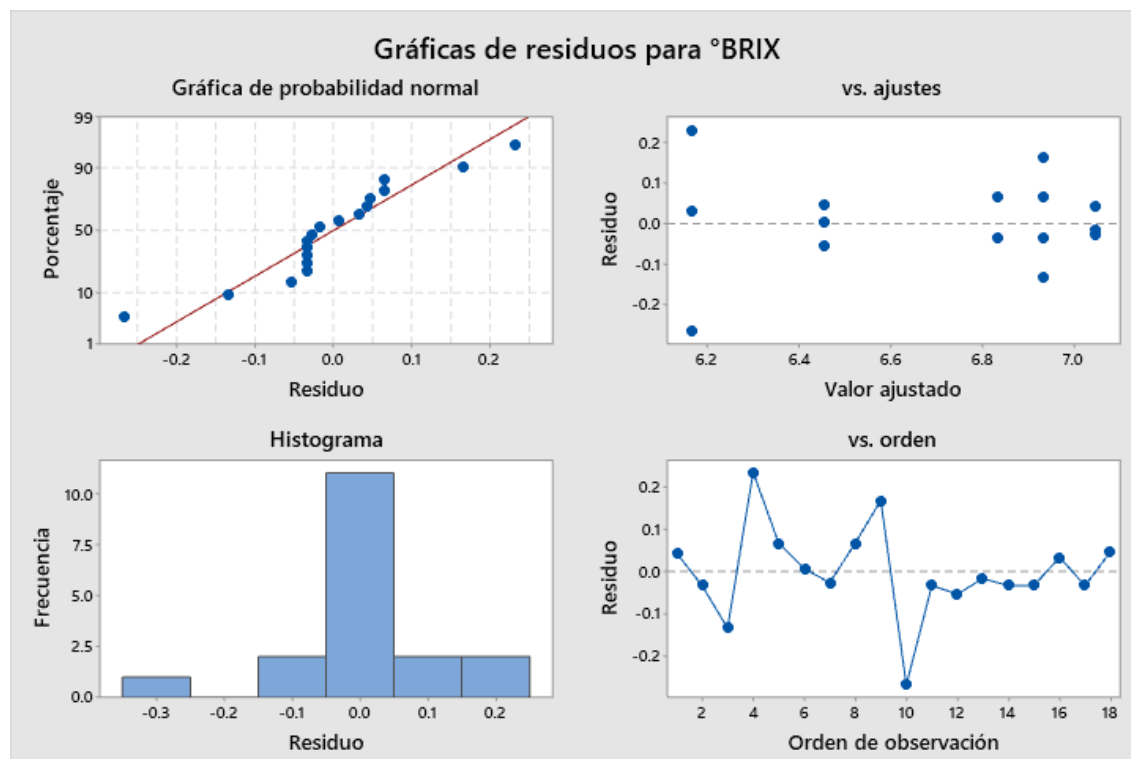


- **Análisis de varianza (ANOVA) y prueba de comparación múltiple de Tukey para °Brix en bebidas funcionales de papayita andina con harina de quinua malteada (QM) y con harina de quinua sin maltear (QSM).**

Tabla 38: Análisis de la varianza del °Brix en las bebidas.

| Fuente | GL | SC Ajust. | MC Ajust. | Valor F | Valor p |
|---|----|-----------|-----------|---------|---------|
| Modelo | 5 | 1.7625 | 0.35250 | 21.74 | 0.000 |
| Lineal | 3 | 1.0341 | 0.34470 | 21.26 | 0.000 |
| A – HQM ^a y HQSM ^b | 1 | 0.7938 | 0.79380 | 48.95 | 0.000 |
| B - (30% Q: 70%PP, 50%Q:50PP, 70%Q:30%PP) | 2 | 0.2403 | 0.12016 | 7.41 | 0.008 |
| Interacciones de 2 términos | 2 | 0.7284 | 0.36420 | 22.46 | 0.000 |
| A:B | 2 | 0.7284 | 0.36420 | 22.46 | 0.000 |
| Error | 12 | 0.1946 | 0.01622 | | |
| Total | 17 | 1.9571 | | | |

Nota: a: Harina de quinua (HQM harina de quinua malteada y HQSM harina de quinua sin maltear y b: Relación de pulpa de papayita andina y harina de quinua (30%:70%, 50%:50%, 70%:30%).

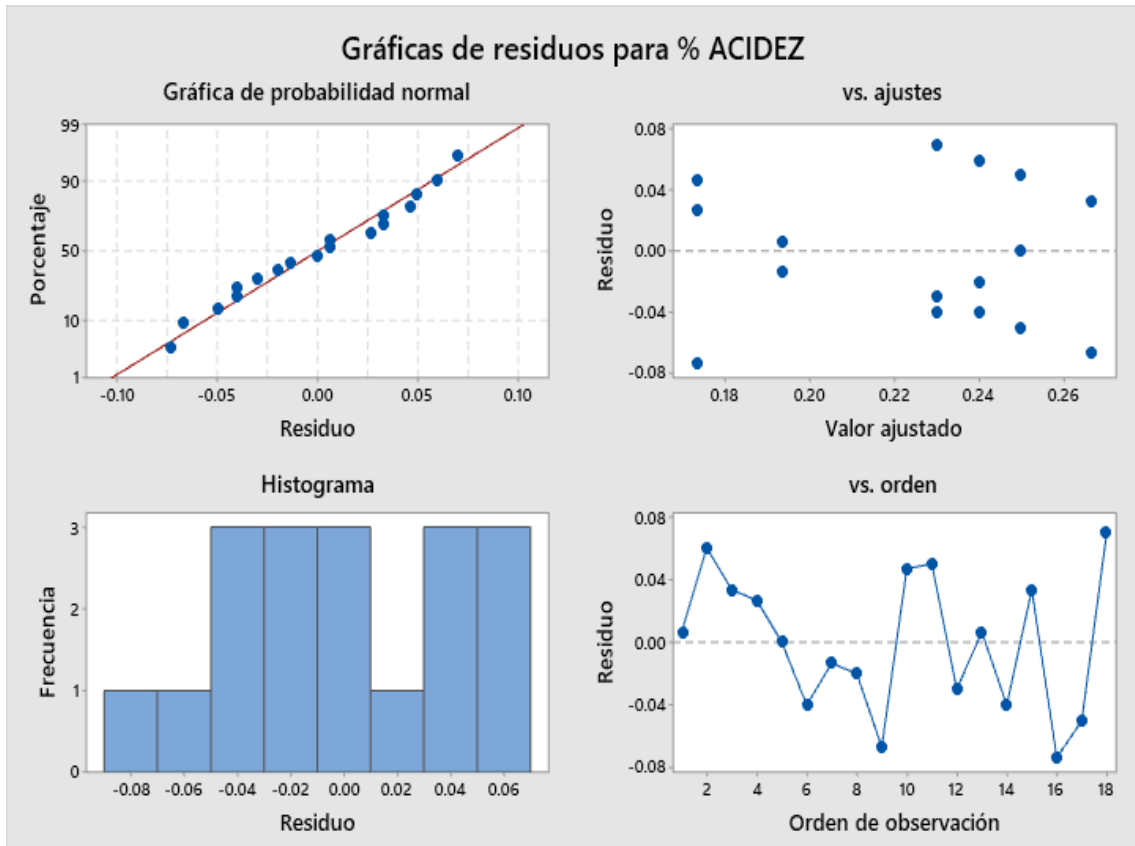


- **Análisis de varianza (ANOVA) y prueba de comparación múltiple de Tukey para % de acidez en bebidas funcionales de papayita andina con harina de quinua malteada (QM) y con harina de quinua sin maltear (QSM).**

Tabla 39: Análisis de la varianza del % de acidez en las bebidas.

| Fuente | GL | SC Ajust. | MC Ajust. | Valor F | Valor p |
|---|----|-----------|-----------|---------|---------|
| Modelo | 5 | 0.018844 | 0.003769 | 1.36 | 0.305 |
| Lineal | 3 | 0.017167 | 0.005722 | 2.07 | 0.158 |
| A – HQM ^a y HQSM ^b | 1 | 0.001089 | 0.001089 | 0.39 | 0.542 |
| B - (30% Q: 70%PP, 50%Q:50PP, 70%Q:30%PP) | 2 | 0.016078 | 0.008039 | 2.91 | 0.094 |
| Interacciones de 2 términos | 2 | 0.001678 | 0.000839 | 0.30 | 0.744 |
| A*B | 2 | 0.001678 | 0.000839 | 0.30 | 0.744 |
| Error | 12 | 0.033200 | 0.002767 | | |
| Total | 17 | 0.052044 | | | |

Nota: a: Harina de quinua (HQM harina de quinua malteada y HQSM harina de quinua sin maltear y b: Relación de pulpa de papayita andina y harina de quinua (30%:70%, 50%:50%, 70%:30%).



Anexo 4: Resultados obtenidos para la composición proximal de las bebidas con adecuadas características fisicoquímicas.

Tabla 40: Resultados de la composición proximal.

| Composición proximal | Replicas | Tratamientos | |
|---|----------|--|--|
| | | T1QM (30% Harina de Quinua Malteada 70% Papayita Andina) | T5QSM (50% Harina de Quinua Sin Maltear 50% Papayita Andina) |
| Humedad (%) | R1 | 89.02 | 88.30 |
| | R2 | 89.10 | 88.40 |
| | R3 | 89.00 | 88.05 |
| Proteína (%) | R1 | 4.60 | 4.82 |
| | R2 | 4.40 | 4.80 |
| | R3 | 4.80 | 4.70 |
| Grasa (%) | R1 | 0.45 | 0.34 |
| | R2 | 0.43 | 0.35 |
| | R3 | 0.44 | 0.33 |
| Ceniza (%) | R1 | 0.14 | 0.17 |
| | R2 | 0.17 | 0.17 |
| | R3 | 0.16 | 0.16 |
| Carbohidratos (%) | R1 | 5.79 | 6.39 |
| | R2 | 5.90 | 6.28 |
| | R3 | 5.60 | 6.76 |
| Capacidad antioxidante (Equivalente TroloxCI50μmol/100ml) | R1 | 58.82 | 66.60 |
| | R2 | 60.20 | 66.59 |
| | R3 | 58.71 | 66.59 |

• **Humedad**

Tabla 41: Análisis de la varianza para la Humedad en las bebidas.

| Fuente | GL | SC Ajust. | MC Ajust. | Valor F | Valor p |
|----------------------------|----|-----------|-----------|---------|---------|
| Tratamiento (T1QM y T5QSM) | 1 | 0.93615 | 0.93615 | 53.04 | 0.002 |
| Error | 4 | 0.0706 | 0.01765 | | |
| Total | 5 | 1.00675 | | | |

Tabla 42: Comparaciones por parejas de Tukey: Tratamientos (T1QM y T5QSM) para Humedad.

| Tratamiento | N | Media | Agrupación |
|-------------|---|-------|------------|
| T1QM | 3 | 89.04 | A |
| T5QSM | 3 | 88.25 | B |

- **Proteína (%)**

Tabla 43: Análisis de la varianza para la Proteína en las bebidas.

| Fuente | GL | SC Ajust. | MC Ajust. | Valor F | Valor p |
|-----------------------------|----|-----------|-----------|---------|---------|
| Tratamientos (T1QM y T5QSM) | 1 | 0.04167 | 0.04167 | 1.92 | 0.238 |
| Error | 4 | 0.08667 | 0.02167 | | |
| Total | 5 | 0.12833 | | | |

- **Grasa (%)**

Tabla 44: Análisis de la varianza para la Grasa en las bebidas.

| Fuente | GL | SC Ajust. | MC Ajust. | Valor F | Valor p |
|-----------------------------|----|-----------|-----------|---------|---------|
| Tratamientos (T1QM y T5QSM) | 1 | 0.015 | 0.015 | 150 | 0.000 |
| Error | 4 | 0.0004 | 0.0001 | | |
| Total | 5 | 0.0154 | | | |

Tabla 45: Comparaciones por parejas de Tukey: Tratamientos (T1QM y T5QSM) para Grasa.

| Tratamientos | N | Media | Agrupación |
|--------------|---|-------|------------|
| T1QM | 3 | 0.44 | A |
| T5QSM | 3 | 0.34 | B |

- **Ceniza (%)**

Tabla 46: Análisis de la varianza para la Ceniza en las bebidas.

| Fuente | GL | SC Ajust. | MC Ajust. | Valor F | Valor p |
|-----------------------------|----|-----------|-----------|---------|---------|
| Tratamientos (T1QM y T5QSM) | 1 | 0.00015 | 0.00015 | 1.12 | 0.349 |
| Error | 4 | 0.000533 | 0.000133 | | |
| Total | 5 | 0.000683 | | | |

- **Carbohidratos (%)**

Tabla 47: Análisis de la varianza para los Carbohidratos en las bebidas.

| Fuente | GL | SC Ajust. | MC Ajust. | Valor F | Valor p |
|-----------------------------|-----------|------------------|------------------|----------------|----------------|
| Tratamientos (T1QM y T5QSM) | 1 | 1.2513 | 1.2513 | 8.22 | 0.046 |
| Error | 4 | 0.6085 | 0.1521 | | |
| Total | 5 | 1.8598 | | | |

Tabla 48: Comparaciones por parejas de Tukey: Tratamientos (T1QM y T5QSM) para Carbohidratos.

| Tratamientos | N | Media | Agrupación |
|---------------------|----------|--------------|-------------------|
| T5QSM | 3 | 6.477 | A |
| T1QM | 3 | 5.563 | B |

- **Capacidad antioxidante**

Tabla 49: Análisis de la varianza para la Capacidad antioxidante en las bebidas.

| Fuente | GL | SC Ajust. | MC Ajust. | Valor F | Valor p |
|---------------|-----------|------------------|------------------|----------------|----------------|
| Tratamientos | 1 | 81.034 | 81.0337 | 235.06 | 0.00 |
| Error | 4 | 1.379 | 0.3447 | | |
| Total | 5 | 82.413 | | | |

Tabla 50: Comparaciones por parejas de Tukey: Tratamientos (T1QM y T5QSM) para Capacidad antioxidante.

| Tratamientos | N | Media | Agrupación |
|---------------------|----------|--------------|-------------------|
| T5QSM | 3 | 67.32 | A |
| T1QM | 3 | 51.5467 | B |

Anexo 5: Resultado obtenido de capacidad antioxidante de la materia prima.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
 FACULTAD DE CIENCIAS
 LABORATORIO DE CROMATOGRAFÍA Y ESPECTROMETRÍA – Pabellón de Control de Calidad
 AV. De la Cultura 733 CUSCO–PERÚ Contacto 973868855

RESULTADOS

Cusco 28 de Septiembre 2023

Solicitantes : Nancy Elizabeth López Yana
 Tipo de Análisis : Determinación Capacidad Antioxidante
 Métodos : Colorimétrico DPPH
 Tipo de Muestras : Harina de Quinua Malteada (HQM), Harina de Quinua sin Maltear (HQSM) y Fruto fresco Papayita Andina (PP).
 Cantidad de Muestra : 3
 Almacenamiento : 4 °C.

Condiciones de Análisis por Espectrofotómetro

Equipo : Espectrofotómetro Génesis 20 Thermo Electrón
 Longitud de Onda : 765 nm
 Celda de Lectura : Cubetas de Vidrio de 1cm
 Ecuación de la curva patrón : $y = 0.0538x + 0.0206$, $R^2 = 0.9945$

| Tipo de muestra | Repeticiones | | | Promedio |
|-------------------------------------|--------------|---------|---------|---------------------------|
| | 1 | 2 | 3 | Trolox CI50 umol/100gr |
| Fruto fresco Papayita Andina (PP) | 1011.32 | 1015.72 | 1017.91 | 1015.00 |
| Harina de quinua malteada (HQM) | 1021.99 | 1013.52 | 1016.34 | 1017.30 |
| Harina de quinua sin maltear (HQSM) | 1447.88 | 1435.35 | 1440.37 | 1441.20 |

Nota:

Los resultados obtenidos en la determinación de capacidad antioxidante expresan el Coeficiente de Inhibición al 50% (CI50 o IC50) en micromoles equivalentes Trolox que están presente en 100 ml de muestra, los valores bajos poseen mayor capacidad antioxidante^{2,6}.

Referencia consultada

- Brand-Williams W., M. Cuvelier and C. Berset; (1997) Use of a Free Radical Method to Evaluate Antioxidant Activity, *Lebensm. Wiss. U. Technol.* 28, 25-30.
- Matuszewska, A., Jaszek, M., Stefaniuk, D., Ciszewski, T., & Matuszewski, Ł. (2018). Anticancer, antioxidant, and antibacterial activities of low molecular weight bioactive subfractions isolated from cultures of wood degrading fungus *Cerrena unicolor*. *PLOS ONE*, 13(6), e0197044. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0197044>
- Norul Liza A-Rahaman, Lee Suan Chua, Mohamad Roji Sarmidi, Ramlan Aziz (2013) Physicochemical and radical scavenging activities of honey samples from Malaysia *Agricultural Sciences* Vol.4, No.5B, 4651.
- Philip Molyneux 2004, The use of the stable free radical diphenylpicrylhydrazyl (DPPH) for estimating antioxidant activity *Songklanakarin J. Sci. Technol.*, 26(2) : 211-219.
- Pugliese A.G, Francisco A. Tomas-Barberan, Pilar Truchado, Maria I. Genovese, Flavonoids, Proanthocyanidins, Vitamin C, and Antioxidant Activity of *Theobroma grandiflorum* (Cupuassu) Pulp and Seeds *J Agric Food Chem.* 2013 Mar 20;61(11):2720-8. doi: 10.1021/jf304349u.
- Zhang, X., Yu, Y., Cen, Y., Yang, D., Qi, Z., Hou, Z., Han, S., Cai, Z., & Liu, K. (2018). Bivariate Correlation Analysis of the Chemometric Profiles of Chinese Wild *Salvia miltiorrhiza* Based on UPLC-Qq-MS and Antioxidant Activities. *Molecules*, 23(3), 538. <https://doi.org/10.3390/molecules23030538>



Químico. Jorge Choquenaira Pari
 Analista del Laboratorio de Cromatografía y
 Espectrometría – UNSAAC.
 CQP - 914

Anexo 6: Resultado obtenido para capacidad antioxidante de las bebidas con adecuadas características fisicoquímicas.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
 FACULTAD DE CIENCIAS
 LABORATORIO DE CROMATOGRAFÍA Y ESPECTROMETRÍA – Pabellón de Control de Calidad
 AV. De la Cultura 733 CUSCO-PERÚ Contacto 973868855

RESULTADOS

Cusco, 05 de Abril del 2024

Solicitantes : Nancy Elizabeth López Yana
 Tipo de Análisis : Determinación Capacidad Antioxidante
 Métodos : Colorimétrico DPPH
 Tipo de Muestras : Bebida funcional de Quinua y Papayita andina 100mL
 Cantidad de Muestra : 6 frascos, Rotulados como T11, T12, T13, T51, T52 y T53
 Almacenamiento : 4 °C.

| Muestra | Repeticiones | | | Promedio |
|--|--------------|-------|-------|---------------------------|
| | 1 | 2 | 3 | Trolox Cl50 umol/100mL |
| T1QM | | | | |
| 30% Harina de Quinua Malteada 70% Papayita Andina | 58.82 | 60.20 | 58.71 | 59.24 |
| T5QSM | | | | |
| 50% Harina de Quinua Sin Maltear 50% Papayita Andina | 66.60 | 66.59 | 66.59 | 66.59 |

Condiciones de Análisis por Espectrofotómetro
 Equipo : Espectrofotómetro Génesis 20 Thermo Electrón
 Longitud de Onda : 517 nm
 Celda de Lectura : Cubetas de Vidrio de 1cm
 Ecuación de la curva patrón : $y = 0.0592x + 0.0206$, $R^2 = 0.9914$

Nota:

Los resultados obtenidos en la determinación de capacidad antioxidante expresan el Coeficiente de Inhibición al 50% (CI₅₀ o IC₅₀) en micromoles equivalentes Trolox que están presente en 100 ml de muestra, los valores bajos poseen mayor capacidad antioxidante^{2,6}.

Referencia consultada

1. Brand-Williams W., M. Cuvelier and C. Berset; (1997) Use of a Free Radical Method to Evaluate Antioxidant Activity, *Lebensm. Wiss. U. Technol.* 28, 25-30.
2. Matuszewska, A., Jaszek, M., Stefaniuk, D., Ciszewski, T., & Matuszowski, L. (2018). Anticancer, antioxidant, and antibacterial activities of low molecular weight bioactive subfractions isolated from cultures of wood degrading fungus *Cerrena unicolor*. *PLOS ONE*, 13(6), e0197044.
3. Norul Liza A-Rahaman, Lee Suan Chua, Mohamad Roji Sarmidi, Ramlan Aziz (2013) Physicochemical and radical scavenging activities of honey samples from Malaysia *Agricultural Sciences* Vol.4, No.5B, 46-51.
4. Philip Molyneux 2004, The use of the stable free radical diphenylpicrylhydrazyl (DPPH) for estimating antioxidant activity *Songklanakarin J. Sci. Technol.*, 26(2) : 211-219.
5. Pugliese A.G, Francisco A. Tomas-Barberan, Pilar Truchado, Maria I. Genovese, Flavonoids, Proanthocyanidins, Vitamin C, and Antioxidant Activity of *Theobroma grandiflorum* (Cupuassu) Pulp and Seeds *J Agric Food Chem.* 2013 Mar 20;61(11):2720-8. doi: 10.1021/jf304349u.
6. Zhang, X., Yu, Y., Cen, Y., Yang, D., Qi, Z., Hou, Z., Han, S., Cai, Z., & Liu, K. (2018). Bivariate Correlation Analysis of the Chemometric Profiles of Chinese Wild *Salvia miltiorrhiza* Based on UPLCQq-MS and Antioxidant Activities. *Molecules*, 23(3), 538.




 Químico. Jorge Choquenaira Pari
 Analista del Laboratorio de Cromatografía y
 Espectrometría – UNSAAC.
 CQP - 914

Anexo 7: Ficha de Evaluación de los atributos sensoriales.

PRUEBA SENSORIAL HEDÓNICA

NOMBRE:

FECHA:

SEXO:

INSTRUCCIONES

Frente a usted se presenta 6 muestras de una bebida. Por favor observe y pruebe cada una de ellas. Indicando el grado en que le guste o le disgusta cada atributo de cada muestra, escribiendo el numero correspondiente en la línea de tratamiento de la muestra.

Nota: Recuerde tomar agua en cada muestra.

| Puntaje | Categoría |
|----------------|----------------------------|
| 1 | Me disgusta muchísimo |
| 2 | No me gusta |
| 3 | No me gusta ni me disgusta |
| 4 | Me gusta |
| 5 | Me gusta muchísimo |

| Tratamiento | Calificación para cada atributo | | | |
|--------------------|--|--------------|--------------|---------------------------|
| | Olor | Color | Sabor | Apariencia general |
| T1 | | | | |
| T2 | | | | |
| T3 | | | | |
| T4 | | | | |
| T5 | | | | |
| T6 | | | | |

Anexo 8: Resultados obtenidos para la evaluación sensorial.

- **Color**

Tabla 51: Análisis de la varianza del atributo color en las bebidas funcionales de papayita andina.

| Fuente | GL | SC Ajust. | MC Ajust. | Valor F | Valor p |
|---------------|-----------|------------------|------------------|----------------|----------------|
| Tratamientos | 5 | 32.3 | 6.46 | 13.3 | 0.000 |
| Jueces | 99 | 141.83 | 1.4327 | 2.95 | 0.000 |
| Error | 495 | 240.37 | 0.4856 | | |
| Total | 599 | 414.5 | | | |

Tabla 52: Comparaciones por parejas de Tukey: Tratamientos (T1QM, T2QM, T3QM, T4QSM, T5QSM y T6QSM) para el atributo color.

| Tratamientos | N | Media | Agrupación | | |
|---------------------|----------|--------------|-------------------|---|---|
| A (T1QM) | 100 | 3.87 | A | | |
| B (T2QM) | 100 | 3.79 | A | | |
| D (T4QSM) | 100 | 3.62 | A | B | |
| E (T5QSM) | 100 | 3.42 | | B | C |
| F (T6QSM) | 100 | 3.39 | | B | C |
| C (T3QM) | 100 | 3.21 | | | C |

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

- **Sabor**

Tabla 53: Análisis de la varianza del atributo sabor en las bebidas funcionales de papayita andina.

| Fuente | GL | SC Ajust. | MC Ajust. | Valor F | Valor p |
|---------------|-----------|------------------|------------------|----------------|----------------|
| Tratamientos | 5 | 39.11 | 7.8217 | 10.86 | 0.000 |
| Jueces | 99 | 164.82 | 1.6648 | 2.31 | 0.000 |
| Error | 495 | 356.39 | 0.72 | | |
| Total | 599 | 560.32 | | | |

Tabla 54: Comparaciones por parejas de Tukey: Tratamientos (T1QM, T2QM, T3QM, T4QSM, T5QSM y T6QSM) para el atributo sabor.

| Tratamientos | N | Media | Agrupación | | | |
|--------------|-----|-------|------------|---|---|---|
| B (T2QM) | 100 | 4.01 | A | | | |
| D (T4QSM) | 100 | 3.75 | A | B | | |
| A (T1QM) | 100 | 3.64 | | B | C | |
| E (T5QSM) | 100 | 3.48 | | B | C | D |
| F (T6QSM) | 100 | 3.32 | | | C | D |
| C (T3QM) | 100 | 3.27 | | | | D |

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

- **Olor**

Tabla 55: Análisis de la varianza del atributo olor en las bebidas funcionales de papayita andina.

| Fuente | GL | SC Ajust. | MC Ajust. | Valor F | Valor p |
|--------------|-----|-----------|-----------|---------|---------|
| Tratamientos | 5 | 13.57 | 2.7147 | 4.44 | 0.001 |
| Jueces | 99 | 173.56 | 1.7531 | 2.87 | 0.000 |
| Error | 495 | 302.76 | 0.6116 | | |
| Total | 599 | 489.89 | | | |

Tabla 56: Comparaciones por parejas de Tukey: Tratamientos (T1QM, T2QM, T3QM, T4QSM, T5QSM y T6QSM) para el atributo olor.

| Tratamientos | N | Media | Agrupación | | |
|--------------|-----|-------|------------|---|---|
| A (T1QM) | 100 | 3.56 | A | | |
| B (T2QM) | 100 | 3.48 | A | B | |
| D (T4QSM) | 100 | 3.42 | A | B | C |
| E (T5QSM) | 100 | 3.28 | A | B | C |
| C (T3QM) | 100 | 3.18 | | B | C |
| F (T6QSM) | 100 | 3.16 | | | C |

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

- **Apariencia general**

Tabla 57: Análisis de la varianza del atributo Apariencia general en las bebidas funcionales de papayita andina.

| Fuente | GL | SC Ajust. | MC Ajust. | Valor F | Valor p |
|---------------|-----------|------------------|------------------|----------------|----------------|
| Tratamientos | 5 | 25.33 | 5.0667 | 8.84 | 0.000 |
| Jueces | 99 | 150.33 | 1.5185 | 2.65 | 0.000 |
| Error | 495 | 283.67 | 0.5731 | | |
| Total | 599 | 459.33 | | | |

Tabla 58: Comparaciones por parejas de Tukey: Tratamientos (T1QM, T2QM, T3QM, T4QSM, T5QSM y T6QSM) para el atributo Apariencia general.

| Tratamientos | N | Media | Agrupación | | |
|---------------------|----------|--------------|-------------------|---|---|
| B (T2QM) | 100 | 3.79 | A | | |
| A (T1QM) | 100 | 3.76 | A | | |
| D (T4QSM) | 100 | 3.62 | A | B | |
| E (T5QSM) | 100 | 3.45 | | B | C |
| C (T3QM) | 100 | 3.33 | | B | C |
| F (T6QSM) | 100 | 3.25 | | | C |

Anexo 9: Fotografías de la investigación.

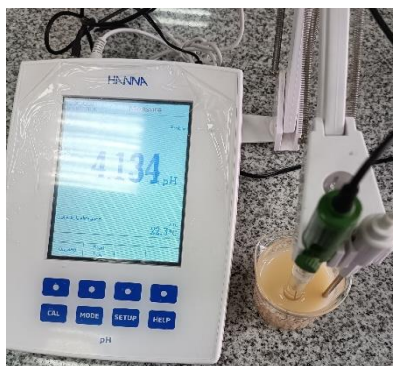
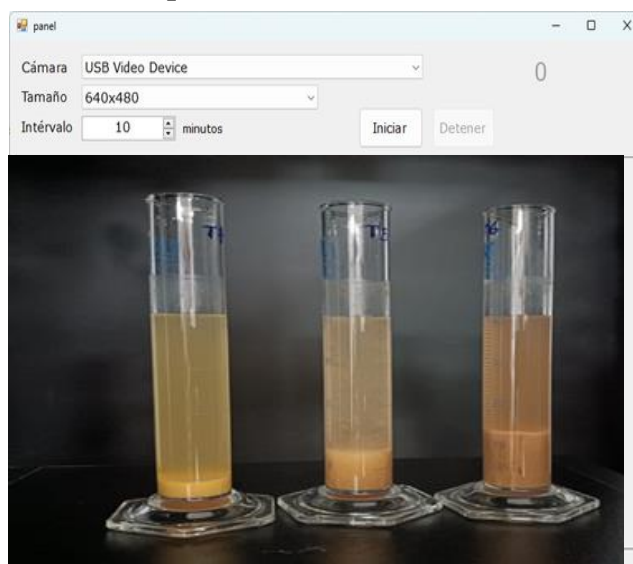


Figura 21: Determinación de las características químicas de las bebidas.



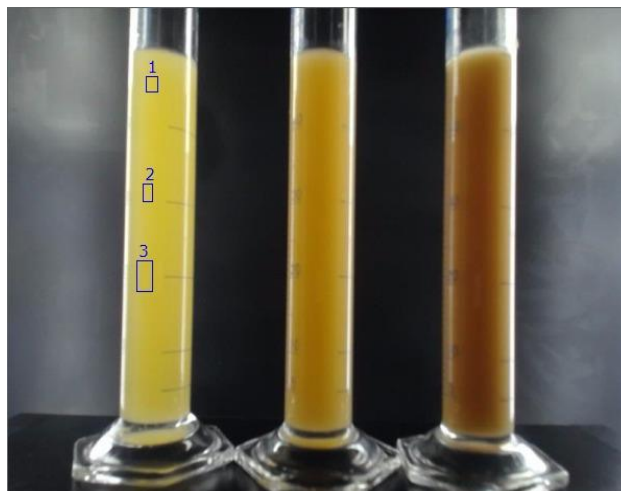
Caja experimental



Programación de tiempo para toma de imágenes



Altura del sedimento



Determinación de color CIElab

Figura 22: Determinación de las características físicas de las bebidas.



Figura 23: Determinación de la ceniza de la harina de quinua malteada, sin maltear, papayita andina y de las bebidas T2QM y T5 QSM.

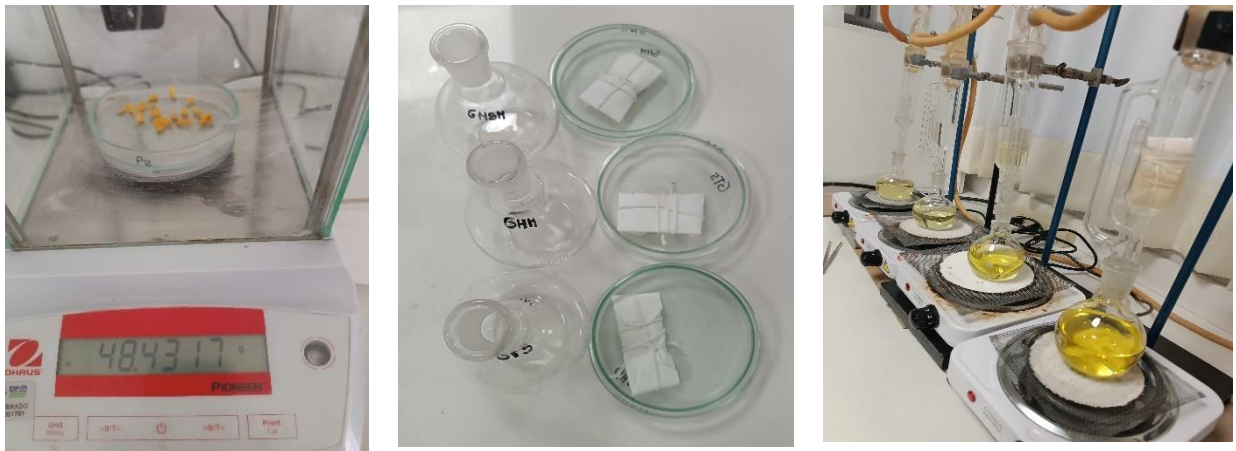


Figura 24: Determinación de la grasa de la harina de quinua malteada, sin maltear, papayita andina y de las bebidas T2QM y T5 QSM.



Figura 25: Preparación de reactivos y muestra para determinar la proteína.

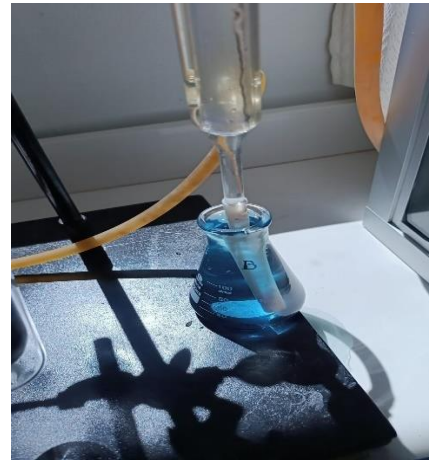


Figura 26: Digestión, neutralización y destilación de las muestras (harina de quinua malteada, sin malear, papayita andina, T2QM y T5QSM) por el método de Kjeldahl.



Figura 27: Titulación de las muestras (harina de quinua malteada, sin maltear, papayita andina, T2QM y T5QSM).



Figura 28: Determinación de la humedad de la harina de quinua malteada, sin maltear, papayita andina y de las bebidas T2QM y T5 QSM.



Figura 29: Elaboración de la bebida funcional de papayita andina con harina de quinoa malteada y sin maltear.



Figura 30: Evaluación sensorial de las bebidas T1QM, T2QM, T3QM, T4QSM, T5QSM y T6QSM

Anexo 10: Normativas Vigentes.

- **NORMA GENERAL PARA ZUMOS(JUGOS) Y NECTARES DE FRUTA (NTP 203.110, 2009)**

| | |
|---------------|-------------|
| NORMA TÉCNICA | NTP 203.110 |
| PERUANA | 2009 |

Comisión de Normalización y de Fiscalización de Barreras Comerciales No Arancelarias – INDECOPI
Calle de La Prosa 138, San Borja (Lima 31) Apartado 145 Lima, Perú

JUGOS, NÉCTARES Y BEBIDAS DE FRUTA. Requisitos

FRUIT JUICES, NECTARS AND BEVERAGES. Specifications

2009-06-24
1ª Edición

R.021-2009/INDECOPI-CNB. Publicada el 2009-07-12

I.C.S: 67.160.20

Descriptores: Jugos, néctares, bebidas de frutas, requisitos

Precio basado en 25 páginas

ESTA NORMA ES RECOMENDABLE

8. REQUISITOS

8.1. Requisitos específicos

8.1.1 Requisitos específicos para jugos y purés de frutas:

- a) El jugo puede ser turbio, claro o clarificado y debe tener las características sensoriales propias de la fruta de la cual procede.
- b) El puré debe tener las características sensoriales propias de la fruta de la cual procede.
- c) El jugo y el puré deben estar exento de olores o sabores extraños u objetables.

8.1.2 Requisitos específicos para los néctares de frutas:

- a) El néctar puede ser turbio, claro o clarificado y debe tener las características sensoriales propias de la fruta de la cual procede.
- b) El néctar debe estar exento de olores o sabores extraños u objetables.
- c) El néctar de fruta debe tener un pH menor de 4.5 (determinado según la Norma ISO 1842)
- d) El contenido de sólidos solubles provenientes de la fruta presentes en el néctar deberá ser mayor o igual al 20 % m/m de los sólidos solubles contenidos en el jugo original para todas las variedades de frutas tal como se indica en el Anexo A, excepto para aquellas que por su alta acidez natural no permitan estos porcentajes. Para los néctares de estas frutas de alta acidez, el contenido de jugo o puré deberá ser el suficiente para alcanzar una acidez natural mínima de 0,4 %, expresada en su equivalente a ácido cítrico.

8.1.3 Requisitos específicos para los jugos y purés concentrados

- a) El jugo concentrado puede ser turbio, claro o clarificado y debe tener las características sensoriales propias de la fruta de la cual procede.
- b) El puré concentrado debe tener las características sensoriales propias de la fruta de la cual procede.
- d) El jugo y el puré concentrado, con azúcar o no, debe estar exento de olores o sabores extraños a su naturaleza.
- e) El contenido de sólidos solubles (grados brix) del jugo concentrado será por lo menos, un 50 % mas que el contenido de sólidos solubles en el jugo original. (Véase el Anexo A)

8.1.4 Requisitos específicos para las bebidas de frutas:

- a) El contenido de sólidos solubles provenientes de la fruta presentes en las bebidas deberán ser mayor o igual al 10 % m/m de los sólidos solubles contenidos en el jugo original para todas las variedades de frutas tal como se indica en el Anexo A, excepto para aquellas que por su alta acidez natural no permitan estos porcentajes. Para frutas con alta acidez (acidez natural mínima de 0,4 %, expresada en su equivalente a ácido cítrico anhidro), el aporte mínimo será de 5 % de sólidos solubles de la fruta.
- b) El pH será inferior a 4,5
- c) El contenido mínimo de sólidos solubles (° Brix) presentes en la bebida debe corresponder al mínimo de aporte de jugo o puré, referido en el Anexo A de la presente NTP.

8.2 Requisitos físico químicos

Los jugos, néctares y las bebidas de la presente NTP, deben cumplir con las especificaciones (grados brix) establecidas en el Anexo A con la metodología establecida en la Norma ISO 2172 o la Norma ISO 2173.

8.3 Requisitos microbiológicos

TABLA1 - Requisitos microbiológicos para Jugos, Néctares y Bebidas de Frutas

| | n | m | M | c | Método de Ensayo |
|--|---|----|-----|---|--------------------------|
| Coliformes NMP/cm ³ | 5 | <3 | -- | 0 | FDA BAM On Line ICMSF |
| Recuento estándar en placa REP UFC/cm ³ | 5 | 10 | 100 | 2 | ICMSF |
| Recuento de mohos UFC/cm ³ | 5 | 1 | 10 | 2 | ICMSF |
| Recuento de levaduras UFC/cm ³ | 5 | 1 | 10 | 2 | ICMSF |

En donde:

- n = número de muestras por examinar.
- m = índice máximo permisible para identificar el nivel de buena calidad.
- M = índice máximo permisible para identificar el nivel aceptable de calidad.
- c = número máximo de muestras permisibles con resultados entre m y M.
- < = léase menor a .

9. MUESTREO

9.1 El muestreo debe realizarse de acuerdo con la norma ISO 3951-1.

9.2 Criterios de Aceptación o rechazo.

Si la muestra ensayada no cumple con uno o más de los requisitos indicados en esta NTP, se rechazará el lote. En caso de discrepancia, se repetirán los ensayos sobre la muestra reservada para tales efectos. Cualquier resultado no satisfactorio en este segundo caso, será motivo para rechazar el lote.

- **REGLAMENTO (UE) N° 1131/2011 – Reglamento (CE) N° 1333/2008 del parlamento europeo y del consejo en lo que respecta a los glucósidos de esteviol.**

El Reglamento (CE) N° 1333/2008 define una lista de aditivos alimentarios por la Unión Europea para su uso en alimentos, así como las condiciones bajo las cuales pueden ser utilizadas, realizó una evaluación sobre la seguridad de los glucósidos de esteviol derivados de las hojas de la planta *Stevia rebaudiana* Bertoni para su uso como edulcorante, y emitió un dictamen el 10 de marzo de 2010. La Autoridad estableció una ingesta diaria máxima admisible de glucósidos de esteviol, calculada como equivalente de esteviol, de 4 mg/Kg de peso corporal al día. Según estimaciones conservadoras sobre la exposición a estos glucósidos, tanto en adultos como en niños, es probable que la dosis máxima recomendada pueda ser superada.

La comisión solicitará a los productores y usuarios de glucósidos de esteviol datos sobre el uso real de este aditivo alimentario tras su autorización. La Comisión compartirá esta información con los Estados miembros. Además, si es necesario, pedirá a la Autoridad que realice una evaluación más detallada de la exposición a este aditivo, considerando los usos reales en las subcategorías de los alimentos y el consumo de alimentos comunes en comparación con los alimentos reducidos en calorías.

Tabla 01: Aditivos alimentarios autorizados y condiciones de utilización en la categoría de bebidas.

| Numero de categoría | Número E | Denominación | Dosis máxima (mg/l o mg/kg) | Nota: excepciones | Restricciones |
|---------------------|----------|------------------|-----------------------------|---|---------------|
| 14.1.3 | E 960 | Néctar de frutas | 100 | Solo néctares de valc energético o sin azúcar añadido | |
| | | Bebidas | | Solo néctares de valc energético o sin azúcar añadido | |
| 14.1.4 | E 960 | aromatizadas | 80 | | |

Fuente: Reglamento (Unión Europea)N°1131/2011

Nota: * E 960: Glucósidos de esteviol

- **NORMA Oficial Mexicana NOM-218-SSA1-2011, Productor y servicios. Bebidas saborizadas no alcohólicas, sus congelados, productos concentrados para prepararlas y bebidas adicionadas con cafeína.**

Esta norma define las disposiciones y requisitos sanitarios que deben cumplir las bebidas saborizadas no alcohólicas, incluyendo las bebidas deportivas, así como sus versiones congeladas, los productos concentrados para su preparación y las bebidas enriquecidas con cafeínas.

Tabla 01: Listado de edulcorantes permitidos y límites establecidos para bebidas, congelados, polvos, jarabes y concentrados.

| Aditivos | Límites máximos en el producto listo para consumir mg/l |
|---|--|
| Alitame | 40 |
| Aspartame-acelsufame potásico | 350 |
| Stevia o glucosidos de estevia | 200 |
| Ciclamato y sus sales de sodio y calcio | 350 |
| Neotame | 33 |

Fuente: NOM-218-SSA1-2011

