

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERÍA
Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial



UNS
UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL SANTA

**Efecto de *Mangifera indica* L. y *Hylocereus megalanthus*
en la actividad antioxidante y vida útil de una bebida
fermentada**

**Tesis para obtener el título profesional de
Ingeniero Agroindustrial**

Autores:

**Bach. Mendoza Méndez, Olenka Ghiomire
Bach. Rufino Eusebio, Rosita**

Asesora:

**Ms. Córdova Chang, Any Berenice
DNI. N° 75142054
Código ORCID: 0000-0002-2179-0641**

**Nuevo Chimbote - Perú
2025**

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AGROINDUSTRIAL



CARTA DE CONFORMIDAD DEL ASESOR

La presente tesis para Título ha sido revisada y desarrollada en cumplimiento del objetivo propuesto y reúne las condiciones formales y metodológicas, estando en cuadro dentro de las áreas y líneas de investigación conforme el reglamento general para obtener el Título profesional en la Universidad Nacional del Santa de acuerdo a la denominación siguiente:

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO
AGROINDUSTRIAL

**“EFECTO DE *Mangifera indica* L.Y *Hylocereus megalanthus* EN LA ACTIVIDAD
ANTIOXIDANTE Y VIDA UTIL DE UNA BEBIDA FERMENTADA”**

Autores:

Bach. MENDOZA MENDEZ OLENKA GHIOMIRE

Bach. RUFINO EUSEBIO ROSITA

Mg. Any Berenice Córdova Chang
ASESORA

DNI: 75142054

CÓDIGO ORCID: 0000-0002-2179-0641

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AGROINDUSTRIAL



ACTA DE CONFORMIDAD DE JURADO

El presente trabajo de tesis titulado “EFECTO DE *Mangifera indica* L. Y *Hylocereus megalanthus* EN LA ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE Y VIDA UTIL DE UNA BEBIDA FERMENTADA”, para obtener el título profesional de Ingeniero Agroindustrial, presentado por los bachilleres: Mendoza Mendez Olenka Ghimire, con código de matrícula 0201812027 y Rufino Eusebio Rosita, con código de matrícula 0201812045, que tienen como asesora a la Mg. Any Berenice Córdova Chang, según R.D. N° 551-2022-UNS-FI. Ha sido revisado y aprobado el día 26 de marzo del 2025 por el siguiente jurado evaluador, designado mediante la resolución N° 560-2024-UNS-FI. Revisado y evaluado por el siguiente jurado evaluador.

Dra. Elza Berta Aguirre Vargas
Presidente
DNI: 19096335
Código ORCID: 0000-0003-1659-9874

Dr. Williams Esteward Castillo Martínez
Secretario
DNI: 40169364
Código ORCID: 0000- 0001-6917-1009

Mg. Any Berenice Córdova Chang
Integrante
DNI: 75142054
Código ORCID: 0000-0002-2179-0641

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Siendo las 12:00 horas del día veintiséis de marzo del dos mil veinticinco, se instalaron en el Pabellón de Agroindustrial, Aula Multimedia de la EPIA - 1er. Piso, el Jurado Evaluador, designado mediante T/Resolución N° 560-2024-UNS-CFI integrado por los docentes:

- **Dra. Elza Berta Aguirre Vargas** (Presidente)
- **Dr. Williams Esteward Castillo Martínez** (Secretario)
- **Ms. Any Berenice Córdova Chang** (Integrante)

Para dar inicio a la Sustentación del Informe Final de Tesis: **"EFECTO DE *Mangifera indica* L. Y *Hylocereus megalanthus* EN LA ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE Y VIDA UTIL DE UNA BEBIDA FERMENTADA"**, elaborado por los bachilleres en Ingeniería Agroindustrial.

- **MENDOZA MENDEZ OLENKA GHIOMIRE**
- **RUFINO EUSEBIO ROSITA**

Asimismo, tiene como Asesor a la docente: **Ms. Any Berenice Córdova Chang**

Finalizada la sustentación, el Tesista respondió las preguntas formuladas por los miembros del Jurado Evaluador.

El Jurado después de deliberar sobre aspecto relacionados con el trabajo, contenido y sustentación del mismo, y con las sugerencias pertinentes en concordancia con el Artículo 103° del Reglamento de Grados y títulos de la Universidad Nacional del Santa, declaran:

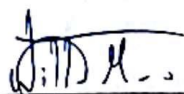
NOMBRES Y APELLIDOS	NOTA VIGESIMAL	CONDICIÓN
MENDOZA MENDEZ OLENKA GHIOMIRE	18	Bueno

Siendo las 13:30 horas del mismo día, se dio por terminada dicha sustentación, firmando en señal de conformidad el Jurado Evaluador.

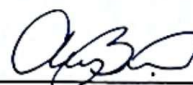
Nuevo Chimbote, 26 de marzo del 2025.



Dra. Elza Aguirre Vargas
Presidente



Dr. Williams Esteward Castillo Martínez
Secretario



Ms. Any Berenice Córdova Chang
Integrante

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Siendo las 12:00 horas del día veintiséis de marzo del dos mil veinticinco, se instalaron en el Pabellón de Agroindustrial, Aula Multimedia de la EPIA - 1er. Piso, el Jurado Evaluador, designado mediante T/Resolución N° 560-2024-UNS-CFI integrado por los docentes:

- **Dra. Elza Berta Aguirre Vargas** (Presidente)
- **Dr. Williams Esteward Castillo Martínez** (Secretario)
- **Ms. Any Berenice Córdova Chang** (Integrante)

Para dar inicio a la Sustentación del Informe Final de Tesis: **“EFECTO DE *Mangifera indica* L. Y *Hylocereus megalanthus* EN LA ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE Y VIDA UTIL DE UNA BEBIDA FERMENTADA”**, elaborado por los bachilleres en Ingeniería Agroindustrial.

- **MENDOZA MENDEZ OLENKA GHIOMIRE**
- **RUFINO EUSEBIO ROSITA**

Asimismo, tiene como Asesor a la docente: **Ms. Any Berenice Córdova Chang**

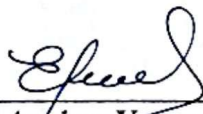
Finalizada la sustentación, el Tesista respondió las preguntas formuladas por los miembros del Jurado Evaluador.

El Jurado después de deliberar sobre aspecto relacionados con el trabajo, contenido y sustentación del mismo, y con las sugerencias pertinentes en concordancia con el Artículo 103° del Reglamento de Grados y títulos de la Universidad Nacional del Santa, declaran:

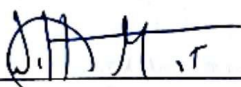
NOMBRES Y APELLIDOS	NOTA VIGESIMAL	CONDICIÓN
RUFINO EUSEBIO ROSITA	18	BUENO

Siendo las 13:30 horas del mismo día, se dio por terminada dicha sustentación, firmando en señal de conformidad el Jurado Evaluador.

Nuevo Chimbote, 26 de marzo del 2025.



Dra. Elza Aguirre Vargas
Presidente



Dr. Williams Esteward Castillo Martínez
Secretario



Ms. Any Berenice Córdova Chang
Integrante



Recibo digital

Este recibo confirma que su trabajo ha sido recibido por **Turnitin**. A continuación podrá ver la información del recibo con respecto a su entrega.

La primera página de tus entregas se muestra abajo.

Autor de la entrega: Rosita RUFINO EUSEBIO
Título del ejercicio: Informe de tesis de Ingeniería Agroindustrial
Título de la entrega: INFORME_FINAL-RUFINO-MENDOZA (1).docx
Nombre del archivo: INFORME_FINAL-RUFINO-MENDOZA_1_.docx
Tamaño del archivo: 51M
Total páginas: 94
Total de palabras: 16,005
Total de caracteres: 87,376
Fecha de entrega: 02-oct-2025 09:59p. m. (UTC-0500)
Identificador de la entrega: 2769265927

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL DE INGENIERÍA
AGROINDUSTRIAL



"EFECTO DE *Mangifera indica* L Y *Hylocereus megalanthus* EN LA
ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE Y VIDA ÚTIL DE UNA BEBIDA
FERMENTADA"

Tesis para optar el título profesional de ingeniero
agroindustrial

Autores:

Bach. Mendoza Méndez, Olenka Ghiomire
Bach. Rufino Eusebio, Rosita

Asesora:

Mg. Córdova Chang, Any Berenice
DNI. N°. 43775869
Código ORCID: 0000-0002-2179-0641

Nuevo Chimbote, Perú
2025

INFORME_FINAL-RUFINO-MENDOZA (1).docx

INFORME DE ORIGINALIDAD

20%

INDICE DE SIMILITUD

19%

FUENTES DE INTERNET

2%

PUBLICACIONES

6%

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1

repositorio.uns.edu.pe

Fuente de Internet

7%

2

hdl.handle.net

Fuente de Internet

2%

3

pirhua.udep.edu.pe

Fuente de Internet

1%

4

repositorio.unfv.edu.pe

Fuente de Internet

1%

5

repositorio.uchile.cl

Fuente de Internet

1%

6

rinacional.tecnm.mx

Fuente de Internet

1%

7

www.coursehero.com

Fuente de Internet

1%

8

docplayer.es

Fuente de Internet

1%

9

1library.co

Fuente de Internet

<1%

DEDICATORIA

A Dios, por ser mi guía, por acompañarme en todo momento, y sobre todo por cuidar de mi familia.

A mis padres, Mónica y Francisco por ser mi soporte emocional siempre, por los consejos y el cuidado que me brindan, espero lograr que se sientan orgullosos de mí algún día.

A mi hermana, Cynthia, por ser mi ejemplo a seguir en todos los aspectos que puede desarrollar una persona de bien.

A Matías, mi sobrino, gracias por el amor genuino que me brindas, voy a cuidar siempre de ti y me esforzaré para inculcarte valores y conocimientos, con el ejemplo.

A Maribel, mi tía, sé que donde esté, guiará mis pasos siempre.

A Pinky, mi mascota, gracias por aguardar en todas las desveladas de estudio y siempre ser mi fiel compañero en momentos difíciles.

Olenka Ghiomire Mendoza Méndez

A Dios, por la bendición de la vida y la fortaleza diaria para salir adelante y cumplir mis metas personales y profesionales.

A mis padres, Eraclides y Valentina por todos los sacrificios que hicieron para que sea una profesional y el amor incondicional que me brindaron durante esta etapa de mi vida.

A mis hermanas: Karen, Eva y Sara por su apoyo y consejos cuando atravesaba momentos difíciles.

A Derrli (mi sobrina mayor), por ser mi compañía durante nuestra etapa universitaria y luchar juntas por salir adelante.

A mis sobrinos (as): Miguel, Ayeli, Brithman, Obed y Josías por su gran cariño y que con sus ocurrencias siempre me sacan una sonrisa.

Rosita Rufino Eusebio

AGRADECIMIENTO

A Dios por guiarnos y cuidarnos durante los cinco años de nuestra carrera universitaria y permitir lograr nuestro sueño de convertirnos en profesionales.

A nuestra asesora la Ing. Berenice Córdova Chang, por habernos brindado la oportunidad de recurrir a su capacidad y conocimiento científico, así como también haberme tenido toda la paciencia del mundo para guiarnos durante todo el desarrollo de la tesis.

A los docentes de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial por los conocimientos y consejos brindados durante nuestra carrera; en especial a las Ing. Korey Paredes Barrios e Ing. Juanita Ponce Ramirez por apoyarnos en el desarrollo de los diversos análisis de nuestra tesis en los laboratorios del IITA.

Y para finalizar, a nuestros compañeros y amigos (Nebenka, Gianella y Jair) por la amistad y apoyo moral que nos han brindado y contribuido a nuestras ganas de salir adelante profesionalmente.

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA	II
AGRADECIMIENTO	II
ÍNDICE DE TABLAS	II
ÍNDICE DE FIGURAS	III
RESUMEN	V
ABSTRAC	VI
I. INTRODUCCIÓN	7
1 REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	8
1.1 Pitahaya	8
1.1.1 Características generales	8
1.1.2 Variedades	9
1.1.3 Composición nutricional	10
1.2 Mango	11
1.2.1 Características generales	11
1.2.2 Composición nutricional	12
1.2.3 Tipos de mango	13
1.3 Té kombucha	15
1.3.1 Características generales	15
1.3.2 Composición nutricional	15
1.4 Fermentación	16
1.4.1 Métodos de fermentación	16
1.4.2 Tipos de fermentación y sus productos industriales	17
1.5 Bebida fermentada	18
1.5.1 Definiciones generales relacionadas con el producto obtenido	18
1.6 Alimentos fermentados	19
1.6.1 Compuestos utilizados	19
1.7 Vida útil	21
1.7.1 Cinética de deterioro y predicción de vida útil	21
1.7.2 Ecuación de Arrhenius	23
1.7.3 Modelo Q_{10}	23
II. MATERIALES Y MÉTODOS	24
2.1 Lugar de ejecución	24
2.2 Materiales e instrumentación	24
2.2.1 Materia prima	24

2.2.2	Insumos	24
2.2.3	Materiales de Laboratorio.....	24
2.2.4	Reactivos	25
2.2.5	Equipos e Instrumentos de laboratorio	25
2.3	Metodología	26
2.3.1	Muestra.....	26
2.3.2	Muestreo	26
2.3.3	Determinación de las características fisicoquímicas, funcionales, sensoriales y microbiológicas	26
2.3.4	Determinación de la vida útil	27
2.3.5	Metodología de la elaboración de la bebida fermentada.....	30
2.3.6	Formulación de hipótesis	36
2.3.7	Variables	36
2.3.8	Operacionalización de variables.....	37
2.4	Propuesta experimental.....	38
2.4.1	Diseño experimental	38
2.4.2	Diseño estadístico.....	39
III.	RESULTADOS Y DISCUSION.....	40
3.1	Características fisicoquímicas de las materias primas	40
3.1.1	Características fisicoquímicas de la pulpa de mango	40
3.1.2	Características fisicoquímicas de la pulpa de pitahaya	40
3.1.3	Características fisicoquímicas del té kombucha.....	41
3.2	Composición funcional de las materias primas.....	42
3.2.1	Composición funcional de la pulpa de mango	42
3.2.2	Composición funcional de la pulpa de pitahaya.....	42
3.2.3	Composición funcional del té kombucha	43
3.3	Características fisicoquímicas de la bebida fermentada	43
3.4	Composición funcional de la bebida fermentada	45
3.4.1	Determinación de polifenoles totales	45
3.4.2	Determinación de la capacidad antioxidante (DPPH)	47
3.5	Evaluación sensorial de la bebida fermentada	49
3.5.1	Evaluación sensorial del atributo “olor”.....	49
3.5.2	Evaluación sensorial del atributo “color”	51
3.5.3	Evaluación sensorial del atributo “sabor”	52
3.6	Determinación de la vida útil de la bebida fermentada.....	53
3.6.1	Evaluación de la vida útil mediante pruebas fisicoquímicas	54

3.6.2	Evaluación de la vida útil mediante pruebas sensoriales.....	59
IV.	CONCLUSIONES.....	66
V.	RECOMENDACIONES.....	67
VI.	REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA.....	68
ANEXOS	74

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Taxonomía de la pitahaya amarilla	9
Tabla 2 Taxonomía de la pitahaya roja	9
Tabla 3 Composición química.....	11
Tabla 4 Descripción de características físicas del mango	11
Tabla 5 Taxonomía del mango.....	12
Tabla 6 Composición nutricional del mango (100gr).....	13
Tabla 7 Características fisicoquímicas del mango.	13
Tabla 8 Diferentes características de los tipos de mango existentes.	14
Tabla 9 Composición nutricional de la kombucha.....	16
Tabla 10 Metodología de evaluación de vida útil	28
Tabla 11 <i>Metodología de evaluación de vida útil.</i>	29
Tabla 12 Parámetros de elaboración del té kombucha	32
Tabla 13 Tabla de operacionalización de variables.....	37
Tabla 14 Formulaciones mediante el diseño experimental	38
Tabla 15 Caracterización fisicoquímica de la pulpa de mango	40
Tabla 16 Caracterización fisicoquímica de la pulpa de pitahaya	40
Tabla 17 Caracterización fisicoquímica del té kombucha.....	41
Tabla 18 Composición funcional de la pulpa de mango	42
Tabla 19 Composición funcional de la pulpa de pitahaya.....	42
Tabla 20 Composición funcional del té kombucha	43
Tabla 21 Características fisicoquímicas de la bebida.....	44
Tabla 22 Contenido de polifenoles totales de las formulaciones	45
Tabla 23 ANOVA de los polifenoles totales.....	46
Tabla 24 Capacidad antioxidante (DPPH) de las formulaciones	47
Tabla 25. ANOVA de la Actividad Antioxidante (DPPH) de las formulaciones	48
Tabla 26. ANOVA del atributo "olor" de las formulaciones	49
Tabla 27 ANOVA del atributo "color" de las formulaciones.....	51
Tabla 28 ANOVA del atributo "sabor" de las formulaciones.	52
Tabla 29 Resultados de la evaluación de pH durante el almacenamiento.....	54
Tabla 30 Resultados de la evaluación de °Brix durante el almacenamiento.	54
Tabla 31 Resultados de la evaluación de acidez durante el almacenamiento.	55
Tabla 32 Coeficientes de determinación para cada temperatura de almacenamiento.	56
Tabla 33 Constantes de velocidad de reacción (K)	57
Tabla 34 <i>Energía de activación (EA) de las características fisicoquímicas.</i>	58
Tabla 35 Constante de reacción KT	58
Tabla 36 Resultados de la vida útil de la bebida fermentada.	59
Tabla 37 Resultados de la evaluación del color durante el almacenamiento.	59
Tabla 38 Resultados de la evaluación del olor durante el almacenamiento.	60
Tabla 39 Resultados de la evaluación del sabor durante el almacenamiento.	61
Tabla 40 Coeficientes de determinación para cada temperatura de almacenamiento.	62
Tabla 41 Constantes de velocidad de reacción (K)	63
Tabla 42 <i>Energía de activación (EA) de las características sensoriales.</i>	64
Tabla 43 Constante de reacción KT	64
Tabla 44 Resultados de la vida útil de la bebida fermentada.	65
Tabla 45 Concentraciones y absorbancias de la curva de calibrado para la determinación de la capacidad antioxidante (DPPH).	81

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Temperaturas de evaluación	27
Figura 2 Diagrama de flujo para la obtención de la pulpa de mango.....	30
Figura 3 Diagrama de flujo de la obtención de la pulpa de pitahaya	31
Figura 4 Diagrama de flujo de la elaboración del té kombucha.....	33
Figura 5 Diagrama de flujo de la elaboración de la bebida fermentada.....	35
Figura 6 Esquema del diseño experimental.....	38
Figura 7 Diagrama de Fisher de los Polifenoles totales.	46
Figura 8 Diagrama de Fisher de la Actividad Antioxidante (DPPH).....	49
Figura 9 Diagrama de Fisher del atributo "olor"	50
Figura 10 Diagrama de Fisher del atributo "color".	51
Figura 11 Diagrama de Fisher del atributo "sabor".....	53
Figura 12 <i>Resultados de la evaluación de pH durante el almacenamiento.</i>	54
Figura 13 Resultados de la evaluación de °Brix durante el almacenamiento.	55
Figura 14 Resultados de la evaluación de acidez durante el almacenamiento.	55
Figura 15 Variación de la constante de velocidad de reacción (K) con la temperatura.	57
Figura 16 Resultados de la evaluación del color durante el almacenamiento.....	60
Figura 17 Resultados de la evaluación del olor durante el almacenamiento.....	61
Figura 18 Resultados de la evaluación del sabor durante el almacenamiento.	62
Figura 19 Variación de la constante de velocidad de reacción (K) con la temperatura.	63
Figura 20 Obtención de la pulpa de mango y pitahaya.....	74
Figura 21 Elaboración del té kombucha.....	74
Figura 22 Caracterización fisicoquímica de la pulpa de pitahaya amarilla.....	74
Figura 23 Caracterización fisicoquímica de la pulpa de mango	75
Figura 24 Evaluación fisicoquímica del té kombucha	75
Figura 25 Preparación de los extractos de la materia prima.....	75
Figura 26 Evaluación de la Vitamina C de las materias primas.....	76
Figura 27 Evaluación de los polifenoles totales de las materias primas	76
Figura 28 Evaluación de la actividad antioxidante de las materias primas.....	76
Figura 29 Lavado y desinfección del mango y pitahaya.....	77
Figura 30 Pelado de la fruta.	77
Figura 31 Obtención y almacenamiento de la pulpa de las materias primas.	77
Figura 32 Té kombucha	78
Figura 33 Envasado y almacenamiento de la bebida fermentada	78
Figura 34 Muestra de las 9 formulaciones de la bebida fermentada	79
Figura 35 Evaluación fisicoquímica de la bebida fermentada (acidez, °Brix y pH)	79
Figura 36 DPPH y Trolox	80
Figura 37 Preparación de la curva de calibrado	81
Figura 38 Reactivo DPPH ajustado.....	81
Figura 39 Curva de calibrado para la determinación de la capacidad antioxidante (DPPH)	82
Figura 40 Ficha de Evaluación Sensorial.....	83
Figura 41 Evaluación Sensorial de los panelistas	84
Figura 42 Ficha de la evaluación sensorial	86
Figura 43 Evaluación fisicoquímica durante el almacenamiento.....	87
Figura 44 T1(3°C), T2(6°C) y T3(25°C)	87

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1. Caracterización fisicoquímica y funcional de las materias primas.....	74
Anexo 2. Elaboración de la bebida fermentada	77
Anexo 3. Caracterización fisicoquímica de la bebida fermentada	79
Anexo 4. Determinación de polifenoles de la bebida fermentada.....	80
Anexo 5. Determinación de la actividad antioxidante de la bebida fermentada	80
Anexo 6. Evaluación sensorial de la bebida fermentada.....	83
Anexo 7. Evaluación microbiológica de la bebida fermentada.....	85
Anexo 8. Evaluación de la vida útil de la bebida fermentada	86

RESUMEN

El objetivo de esta investigación fue determinar el efecto del Mango (*Mangifera indica*, L) y Pitahaya (*Hylocereus megalanthus*) en la actividad antioxidante y vida útil de una bebida fermentada. Se realizó la caracterización fisicoquímica de la pulpa de mango y pitahaya (Brix, pH y acidez); también el análisis funcional obteniendo 39.91mgGAE/ml de polifenoles y 231.27 $\mu\text{mol ET}/100\text{g}$ de capacidad antioxidante en el mango y en la pulpa de pitahaya 28.88 mg GAE/ml de polifenoles y 230.07 $\mu\text{mol ET}/100\text{g}$ de capacidad antioxidante.

La elaboración de la bebida fermentada tuvo 3 etapas, inició con la preparación de la kombucha a base del SCOBY, té negro y sacarosa y una primera fermentación de 6 días, luego se utilizó en 3 formulaciones F1 (20% de pulpa de mango - 15% de pulpa de pitahaya), F2 (25% de pulpa de mango - 10% de pulpa de pitahaya) y F3 (30% de pulpa de mango - 5% de pulpa de pitahaya) con diluciones de (1:1, 1:2 y 1:3), finalmente se realizó la segunda fermentación de 3 días para su posterior almacenamiento en refrigeración. Posteriormente se realizó el análisis fisicoquímico de las 9 formulaciones obteniendo: pH entre 6.86 y 8.24, la acidez entre 0.96% y 1.68% y los °Brix entre 3 y 5.3; en el análisis funcional se obtuvo: polifenoles totales entre 6.49 mgGAE/100gr y 9.03 mgGAE/100gr (F7) y la actividad antioxidante entre 111.836 $\mu\text{mol ET}/100\text{ml}$ y 265.657 $\mu\text{mol ET}/100\text{ml}$ (F2).

La determinación de la mejor formulación fue sensorialmente aplicada a 20 panelistas semi entrenados, obteniendo que la F7 tuvo mayor aceptación, con la cual se determinó la vida útil de la bebida fermentada bajo pruebas fisicoquímicas (°Brix, pH y acidez) y sensoriales (olor, color y sabor) en 3 temperaturas de almacenamiento (3°C, 6°C y 25°C) durante 4 semanas, teniendo como resultado en el parámetro de °Brix de 22 días de vida útil y un menor tiempo de 5 días en el parámetro acidez, valores comprobables bajo la evaluación sensorial que presentó una vida útil de 20 días y el menor valor de 9 días bajo los atributos color y olor.

Palabras clave: Actividad antioxidante, Kombucha, polifenoles, vida útil.

ABSTRAC

The objective of this research was to determine the effect of Mango (*Mangifera indica*, L) and Pitahaya (*Hylocereus megalanthus*) on the antioxidant activity and shelf life of a fermented beverage. The physicochemical characterization of mango and pitahaya pulp (Brix, pH and acidity) was carried out; also the functional analysis obtained 39.91 mg GAE/ml of polyphenols and 231.27 $\mu\text{mol ET}/100\text{g}$ of antioxidant capacity in mango and 28.88 mg GAE/ml of polyphenols and 230.07 $\mu\text{mol ET}/100\text{g}$ of antioxidant capacity in pitahaya pulp.

The elaboration of the fermented beverage had 3 stages, it began with the preparation of kombucha based on SCOBY, black tea and sucrose and a first fermentation of 6 days, then it was used in 3 formulations F1 (20% mango pulp - 15% pitahaya pulp), F2 (25% mango pulp - 10% pitahaya pulp) and F3 (30% mango pulp - 5% pitahaya pulp) with dilutions of (1: 1,1:2 and 1:3), finally the second fermentation was carried out for 3 days for subsequent storage under refrigeration. Subsequently, the physicochemical analysis of the 9 formulations obtained: pH between 6.86 and 8.24, acidity between 0.96% and 1.68% and °Brix between 3 and 5.3; the functional analysis obtained: total polyphenols between 6.49 mgGAE/100g and 9.03 mgGAE/100g (F7) and antioxidant activity between 111.836 $\mu\text{mol ET}/100\text{ml}$ and 265.657 $\mu\text{mol ET}/100\text{ml}$ (F2).

The determination of the best formulation was sensorially applied to 20 semi-trained panelists, obtaining that the F7 had greater acceptance, with which the shelf life of the fermented beverage was determined under physicochemical (°Brix, pH and acidity) and sensory (odor, color and flavor) tests at 3 storage temperatures (3°C, 6°C and 25°C) during 4 weeks, 6°C and 25°C) for 4 weeks, resulting in a shelf life of 22 days for the °Brix parameter and a shorter time of 5 days for the acidity parameter, values that could be verified under the sensory evaluation, which showed a shelf life of 20 days and the lowest value of 9 days for the color and odor attributes.

Keywords: Antioxidant activity, Kombucha, polyphenols, shelf life.

I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad, el excesivo consumo de bebidas carbonatadas debido a la facilidad de su adquisición, restan importancia a los compuestos que estas presentan, observando que en la mayoría su composición nutricional y beneficios que nos puedan brindar son escasos, por no decirlo nulos. La importancia de la elaboración de las bebidas recae en el uso y mezcla de frutas como principales agentes aportadores de beneficios tras su consumo.

El mango y la pitahaya son potenciales frutas en la elaboración de bebidas, sin embargo, un adecuado tratamiento, la formulación correcta y componentes adecuados, pueden brindar una bebida con beneficios para el consumidor, y si se le suma la presencia de un compuesto rico en polifenoles, efectos antioxidantes y vitamina C, resulta mucho más conveniente, es así como se decide la adición de la Kombucha (*Medusomyces gisevi*) en las bebidas fermentadas, teniendo un comportamiento interesante en análisis en la bebida final debido al sabor ligeramente ácido que puede presentar y el contraste que se debe buscar con la adición de las frutas mencionadas líneas atrás.

En la presente investigación se estudió el efecto de la adición de Mango (*Mangifera indica. L*) y Pitahaya (*Hylocereus Megalanthus*) en una bebida fermentada, teniendo como base de su elaboración la Kombucha (*Medusomyces gisevi*), se planteó determinar la actividad antioxidante y cuantificar la vida útil que presente esta bebida, por añadidura y complementación también el análisis fisicoquímico de las materias primas y la bebida final (Brix, pH, acidez), en el camino para la determinación de la formulación óptima se tendrá en cuenta las características sensoriales como color, olor y sabor, así mismo la cuantificación de la actividad antioxidante se hará uso del método DPPH y la vida útil bajo la evaluación de pruebas aceleradas a distintas temperaturas.

1 REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1.1 Pitahaya

1.1.1 Características generales

La pitahaya ha sido consumida por las culturas pre-hispanicas desde la antigüedad, es consumida desde el siglo XIII; fue observada en forma silvestre por primera vez por los conquistadores españoles en Colombia, México y Centroamérica, quienes les pusieron **su** nombre el cual significa *fruta escamosa* (**Giménez, 2021**). Se cultiva en zonas tropicales, especialmente en áreas que son secas estacionalmente. Su cosecha se lleva a cabo dos veces al año debido a que su floración y fructificación suceden de manera natural entre mayo y noviembre. Se sabe que existen alrededor de 35 especies de pitahaya que son aptas para ser cultivadas con el fin de obtener forraje, hortalizas frescas o frutas. (**Jácome et al., 2023**).

Los frutos son bayas amarillas, con pulpa blanca y dulce, ovaladas o alargadas (de 6 a 12 cm) y muy jugosas. El fruto tiene un peso que oscila entre 50 y 400 g. Además, contiene semillas pequeñas, alargadas, oscuras, brillantes y lisas. La pulpa del fruto es translúcida y tiene en su interior una gran cantidad de semillas negras. En particular, la especie *Selenicereus megalanthus* tiene una epidermis amarilla, tuberosa y con espinas (**Cevallos, 2022**).

Su cultivo se da en América en países como Costa Rica, Venezuela, Panamá, Uruguay, México, Colombia, Ecuador, Perú y Brasil; es una planta que se encuentra en estado semi-silvestre, trepando por árboles o adheridos a muros, actualmente hay una alta demanda debido a la exquisitez de su fruto y las condiciones climatológicas en las que se desarrolla (**Beraún, 2021**). Se le conoce de diversas maneras entre países y regiones: "pitahaya" en América Central, "fruta del dragón" o "pitaya" en la mayor parte de Europa y América del Norte, "pitaia" en Brasil y Portugal, "fruta del dragón" o "pitaya" en España, "drachenfrucht" en Alemania, "fruit du dragon" en Francia, "huǒ lóng guǒ" en China, "thanh long" en Vietnam, "φρούτο του δράκου" en Grecia, "cacti vine" en Israel y "frutto del drago" o "pitaya" en Italia. El término pitaya también se usa para referirse a muchas especies de Cactaceae. (**Trindade et al., 2023**)

1.1.2 Variedades

1.1.2.1 Pitahaya amarilla (*Hylocereus megalanthus*)

Tabla 1

Taxonomía de la pitahaya amarilla

Taxonomía de la pitahaya amarilla	
Reino	Plantae
División	Mangoliophita
Clase	Magnoliopsidia
Orden	Cactaceae-cactacea
Familia	Selenicereus
Género	<i>Megalanthus</i>
Especie	<i>Hylocereae</i>
Tribu	Fruta
Categoría	Seleniecereus
Nombre científico	Megalanthus

Fuente: (Quijije, 2021)

La pitahaya amarilla (*Hylocereus megalanthus*) es una especie de planta que se cultiva sobre todo en Perú, Ecuador, Bolivia y Venezuela y tiene reconocimiento internacional (Valero, et al., 2025). El fruto es una baya que puede ser alargada, redonda u ovalada. La cáscara presenta brácteas o "orejas" escamosas que son carnosas o cerosas sus dimensiones varían dependiendo de la variedad, el fruto puede medir entre 8 y 12 cm de largo y pesar entre 200 g y 800 g a los 30 o 35 días, este llega a su madurez fisiológica tras la fecundación (Muñoz, 2021).

1.1.2.2 Pitahaya roja (*Hylocereus undatus*)

Tabla 2

Taxonomía de la pitahaya roja

Taxonomía de la pitahaya roja	
-------------------------------	--

Reino	Plantae
División	Mangoliophita
Clase	Magnoliopsidia
Orden	Cactaceae-cactacea
Familia	Selenicereus
Género	<i>Megalanthus</i>
Especie	<i>Hylocereae</i>
Tribu	Fruta
Categoría	Seleniecereus
Nombre científico	Undathus

Fuente: (Quijije, 2021)

La pitahaya roja, en la actualidad, es un fruto exótico porque su cáscara tiene una apariencia particular y su pulpa tiene un sabor agri dulce. Se la reconoce por sus propiedades, beneficios y valor nutricional que contribuyen a que las personas tengan salud y belleza. El mercado internacional de la Pitahaya Roja es relativamente reciente y existen pocos estudios sobre su comportamiento en los mercados internacionales. No obstante, se comprende parcialmente el comportamiento de esta fruta exótica gracias a páginas web especializadas en productos agrícolas **(Granoble & Acuría, 2022)**.

1.1.3 Composición nutricional

La pitahaya es una fruta con un alto contenido nutricional, es rica en calcio, fósforo, potasio, vitaminas, fibra y carbohidratos; además se le da diversos usos pues la pulpa constituye el 70%-80% del fruto; entre sus componentes sobresale el contenido de vitamina C quien participa en la formación de colágeno, glóbulos rojos, huesos y dientes; también ayuda en la resistencia a las infecciones y posee actividad antioxidante. Su consumo es de forma natural, así como transformada en productos industrializados, helados, jaleas, jugos y dulces, y también la cáscara puede ser empleada como colorante y espesante natural **(Bances & Florencio, 2020; Verona et al., 2020)**

Tabla 3*Composición química*

Componente	Pitahaya amarilla ¹	Pitahaya roja ²
Ácido ascórbico	4 mg	3.99 mg
Agua	85.4 g	89.4 g
Calcio	10 mg	6 mg
Calorías	38.76 kcal	36 kcal
Carbohidratos	13.38 gr	9.2 g
Fibra	0.77 g	1.88 g
Fosforo	16 mg	19 mg
Proteína	0.67 g	0.88 g
Hierro	0.3 mg	0.4 mg

Fuente: (Aguilar, 2022)¹ , (Delgado, et al., 2024)²

1.2 Mango

1.2.1 Características generales

El mango (*Mangifera*) es un árbol de gran desarrollo que en su crecimiento puede llegar a superar los 20 metros de altura, posee un tronco cilíndrico puede alcanzar el metro de diámetro, el mango tiene su origen en Malasia, los países vecinos también comenzaron a tener presencia de esta fruta, logrando su expansión general.

Tabla 4*Descripción de características físicas del mango*

Nombre	Descripción
Raíz	6 – 8 metros
Hojas	Lanceoladas entre 15 y 40 cm de largo y 2 a 10 cm de ancho
Flor	Pequeñas con cuatro a cinco pétalos con tonos rojo, verde o amarillo; y sabor de dulce a salado
Fruto	Fruto largo con drupa grande (pesa entre 100 y 1500 gr) y carnosa.

Fuente: (Da Silva et al.,2025)

El mango se utiliza como fruta fresca y su pulpa, por su parte, se transforma a nivel industrial en productos concentrados, congelados, secos y enlatados. Como el mango es una fruta deliciosa y nutritiva, se han creado varios productos a base de ella, tales como chutney, polvo de mango, encurtidos, jaleas, mermeladas, jugos, rebanadas enlatadas y congeladas o cuero de mango. Desde el punto de vista comercial, los mangos son categorizados en dos grupos: variedades amarillas (cáscara amarilla al madurar) y variedades rojas (cáscara roja al madurar). Dependiendo de la variedad y del peso del mango, el 33-85% es pulpa, el 7-24% es cáscara y el 9-40% es semilla (p/p) (García et al., 2023).

Tabla 5

Taxonomía del mango

Taxonomía del mango	
Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Subdivisión	Magnoliophytina
Clase	Rosidae
Orden	Sapindales
Familia	Anacardaceae
Género	<i>Mangifera</i>
Especie	<i>Mangifera indica L.</i>

Fuente: (Aragón, 2022)

1.2.2 Composición nutricional

Se considera el mango como un principal dietético rico en vitaminas A y C, minerales, antioxidantes y fibra, bajo en grasa, calorías y sodio. El poder calorífico es de 62 a 64 calorías/100 gramos de pulpa. A continuación, se muestra el valor nutricional del mango en 100 gramos de porción comestible.

Tabla 6*Composición nutricional del mango (100gr)*

Componente	Contenido
Agua (g)	81.8
Glúcidos (g)	13,6
Azucares (g)	13,1
Fibra (g)	0.7
Carbohidratos (g)	16.4
Ácido ascórbico (mg)	80
Fosforo (mg)	14
Calcio (mg)	10
Hierro (mg)	0,4
Niacina (mg)	0.04
Tiamina (mg)	0.04
Riboflavina (mg)	0.07

Fuente: (Auqui, 2024)

En la siguiente tabla, se describirá la composición fisicoquímica en base a pH y °Brix, basado en distintas variedades que tiene el mango, por lo cual, los valores se encuentran en diferentes rangos.

Tabla 7*Características fisicoquímicas del mango.*

Fruto	pH	Brix (%)
Mango	3.5 - 4.0	14.9-19.5

Fuente: (Auqui, 2024)

1.2.3 Tipos de mango

La APEM (2021) menciona que la variedad de mangos se subclasifica según su color y se generan varios tipos, los cuales son muy populares su exportación, los más resaltantes son de color rojo, verde y amarillo, tal como se detalla en la siguiente tabla, también se indica las características y países productores.

Tabla 8*Diferentes características de los tipos de mango existentes.*

Variedad	Tipo	Características	Sabor	Forma	Peso (g)	Países	Disponibilidad
Roja	Kent	Pulpa jugosa y tierna	Dulce y mantecoso	Grande con forma ovalada	320-900	México, Ecuador y Perú	Enero-marzo
	Haden	Pulpa firme y fibras finas	Mantecosos con matices aromáticos	Mediano a grande con forma ovalada	200-600	México, Ecuador y Perú	Abril y mayo
	Tommy Atkins	Pulpa firme por su constitución fibrosa	Dulce y suavemente	Mediano a grande con forma ovalada u oblonga	250-750	México, Guatemala, Brasil, Ecuador y Perú	Marzo a julio y octubre a enero
Verde	Keitt	Pulpa firme y jugosa con fibra limitada	Dulce y afrutado	Ovalada y larga	300-800	México y Estados Unidos	Agosto y setiembre
Amarilla	Ataulfo	Pulpa carnosa y bajo en fibra	Dulce y cremoso	Pequeño a mediano	100-400	México, Ecuador y Perú	Marzo a Julio
	Edward	Pulpa carnosa sin fibra	Dulce y picante	Forma ovalada, alargada y oblicuo	300-750	México, Ecuador y Perú	Octubre a Diciembre

Fuente: (Corneille et al.,2024)

1.3 Té kombucha

1.3.1 Características generales

Es una bebida de té negro fermentada mediante un consorcio de levaduras y bacterias llamado SCOBY (**Contreras et al., 2020**), también se le llama "hongo del té", el cual es una simbiosis de levaduras, bacterias acéticas y bacterias de ácido láctico. Se piensa que la kombucha se originó en Manchuria, al noreste de China; allí fue apreciado por sus supuestos aportes para la salud durante la dinastía Tsin ("Ling Chi"), aproximadamente en el año 220 antes de Cristo y al aumentar las rutas de comercio, empezó a desplazarse hacia el resto del planeta (**De Miranda, et al., 2022**).

Actualmente la kombucha se elabora tanto en hogares como de manera artesanal en pequeñas empresas y a gran escala comercial (**Antolak et al., 2021**) puede ser elaborada utilizando diferentes materias primas como sustrato, (**Abaci et al., 2022**). Debido a su fácil uso y sabor ácido se ha convertido en una bebida atractiva y reconocida por poseer funciones beneficiosas para el organismo, ayudando en la prevención y tratamiento de la diabetes, reducir los niveles de colesterol y triglicéridos y el estrés oxidativo (**Bortolomedi et al., 2022; Ferreira et al., 2022**).

1.3.2 Composición nutricional

Las propiedades funcionales del té de Kombucha, relacionadas con su actividad antioxidante, se atribuyen a sus polifenoles (epicatequina, epicatequina-3-galato, epigallocatequina y epigallocatequina-3-galato), ácido glicónico y ácido glucurónico presentes en la hierba utilizada como sustrato (**Loredo et al., 2022**). A continuación, se observará los valores promedios cuantificados.

Tabla 9*Composición nutricional de la kombucha*

Componente	Contenido
Fósforo	63,7 mg/kg
Magnesio	77,8 mg/kg
Calcio	72,3 mg/kg
Ácido láctico	30,23 µg/ml
Glucosa	22,9 g/100g
Ácido acético	6,7 mg/ml
Riboflavina	10mg/ml
Tiamina	0,74 mg/ml
Vitamina C	30 mg/L
Etanol	0,99% (v/v)

Fuente: **(İçen et al., 2023)**

1.4 Fermentación

Es conocida como fermentación etílica, este proceso biológico sucede en ausencia de aire, es decir oxígeno, dando origen por la actividad de determinados microorganismos que producen las fuentes de carbono, la glucosa, la fructosa, la sacarosa, el almidón, tan solo por mencionar algunos, para originar como resultado: un alcohol en forma de etanol, dióxido de carbono en forma de gas y moléculas de ATP que sirven de alimentos para los propios microorganismos.

En resumen, la fermentación alcohólica posee el objetivo biológico proporcionar energía anaeróbica a los microorganismos principalmente unicelulares **(Miranda et al.,2021)**.

1.4.1 Métodos de fermentación

1.4.1.1 Fermentación Industrial

Sabemos que la industrialización es un proceso de optimización y su propósito es incrementar la eficiencia química del mismo. Una innovación realizada es la alternativa de realizar la fermentación continua con la finalidad de obtener mayores cantidades de etanol, ejemplifiquemos este proceso en algunas bebidas como el vino o la cerveza, estas son realizadas en ambientes controlados capaces de producir a un ritmo apropiado **(Sogin et al.,2021)**

1.4.1.2 Fermentaciones Naturales

Sucede cuando los microorganismos que se encuentran en el entorno comienzan la fermentación, un proceso por el cual estos seres diminutos (por ejemplo, las levaduras, las bacterias y los hongos) transforman compuestos orgánicos (como los azúcares y los almidones) en componentes más simples y producen energía simultáneamente (**Ruiz, et al., 2025**). La fermentación se ve afectada por varios elementos, entre ellos la duración del proceso, la temperatura y la composición del sustrato; estos son determinantes para el grado de carbonatación y para la creación de compuestos bioactivos que tienen un efecto positivo en la salud (**Ubidia, 2025**).

1.4.1.3 Fermentación Alcohólica

Este concepto es un proceso biológico donde la levadura *Saccharomyces Cerevisiae* transforma los azúcares en energía, dióxido de carbono (CO₂) y alcohol. Esta es una de las fermentaciones industriales más relevantes y conocidas, que se puede generar a partir de cualquier azúcar fermentable por medio de las levaduras, entre otros, bajo condiciones propicias (**Lamas, et al., 2023**).

1.4.2 Tipos de fermentación y sus productos industriales

1.4.2.1 Fermentación Homoláctica

Esta fermentación solo se puede realizar en tanques de madera o de acero inoxidable, puesto que el ácido láctico presenta una naturaleza corrosiva, esta fermentación dura regularmente 6 días, culminando cuando el azúcar se haya terminado o consumido (0,2), al finalizar el sexto día el rendimiento es del 90% aproximadamente.

Las bacterias lácticas (Familia Lactobacillaceae) pertenecen a las bacterias gram-positivas, están dentro de los géneros Streptococcus, Pediococcus, Leuconostoc y Lactobacillus, estos organismos anaerobios necesitan para su desarrollo vitaminas y aminoácidos (**Vincenzo et al.,2024**).

1.4.2.2 Fermentación Alcohólica

Esta fermentación se desarrolla en tejidos de origen vegetal, en determinados hongos y usualmente se presenta en levaduras. En la escala industrial se utiliza las cepas de *Saccharomyces cerevisiae*, se suele aplicar en la fermentación de hexosas, también *Candida Pseudotropicalis* en la fermentación de lactosa, por último, *Candida utilis* en la de pentosas. Un punto que acotar en este tipo de fermentación es la producción del vino,

actúa la *Saccaromyces cerevisiae* está presente en la cáscara de las uvas, sirviendo la glucosa y la fructuosa para la producción de su energía.

1.4.2.3 Fermentación Butanodiol

Estrechamente relacionada con la fermentación ácida-mixta, realizada por bacterias anaerobias facultativas de los géneros *Aerobacter*, *Serratia*, *Erwina* y solo algunas especies de la familia de *Bacillus* y *Aeromonas*.

1.4.2.4 Fermentación Láctica

Esta fermentación se produce a partir del inicio de la oxidación de la glucosa, esta fermentación industrialmente la podemos ver en la producción de yogurt con la bacteria *Lactobacillus bulgaricus*

1.5 Bebida fermentada

El proceso anaeróbico en donde actúan levaduras y ciertas clases de bacterias se denomina o recae el nombre de fermentación alcohólica. El inicio de este proceso se lleva a cabo cuando los azúcares llegan a ser transformados en glucosa 6 – fosfato o fructosa- 6 – fosfato). Como consiguiente se desenlaza la glucólisis y el ya mencionado metabolismo del piruvato. Finalmente, en las levaduras se genera una descarboxilación del piruvato consiguiendo el etanol, sin la participación del Acetil.Coa. Sabiendo que el etanol representa el producto principal de la fermentación de la levadura, pero también se generan metabolitos secundarios (**Costa et al.,2022**).

1.5.1 Definiciones generales relacionadas con el producto obtenido.

De acuerdo con la NTP (2008), una bebida alcohólica es un producto inocuo o, en su defecto, apto para el consumo humano. Se produce a partir de un procedimiento de fermentación alcohólica, utilizando como base una materia agrícola y levadura del tipo *Saccharomyces*. Puede ser sometida o no a destilación natural, lo que la hace susceptible a añejamiento. Además, puede incluir mezclas de diferentes bebidas alcohólicas y tener ingredientes y aditivos adicionales autorizados por la entidad reguladora correspondiente. También tiene un parámetro alcohólico permitido por dicha entidad, específicamente una graduación superior al 0,5% y hasta el 55%. Se clasifica en: licores, bebidas alcohólicas preparadas, bebidas alcohólicas fermentadas y bebidas alcohólicas destiladas.

- Bebidas alcohólicas fermentadas: producto que se obtiene a partir de la fermentación, especialmente de carácter alcohólica, de materias primas provenientes del sector agrícola y que tiene como destino el consumo humano. Es

posible añadir a los ingredientes y aditivos que el organismo de control correspondiente permite.

- Bebidas alcohólicas preparadas: productos que se componen de bebidas alcohólicas fermentadas, destiladas, licores o macerados, así como combinaciones de todos ellos. Se les puede añadir otros ingredientes y aditivos que sean autorizados por la entidad correspondiente.

1.6 Alimentos fermentados

Los alimentos fermentados también existen, y se distinguen por sus diferentes formas de descomposición de carbohidratos. Bajo la acción de diversos tipos de enzimas y microorganismos, hay casi siempre una combinación compleja de proteínas, grasas, etc., que están sufriendo cambios al mismo tiempo. Se denominan fermentativos a las reacciones en las que intervienen carbohidratos. Los cambios que se producen en los materiales proteicos son denominados "proteolíticos", mientras que a las transformaciones de las sustancias grasas se les conoce como "lipolíticos".

1.6.1 Compuestos utilizados

Para asegurar que el fruto o la materia prima se utilicen adecuadamente, es necesario que contengan suficiente azúcar (carbohidrato) para generar alcohol, tengan una acidez adecuada para garantizar el crecimiento de la levadura y sean aromáticos para mantener su atractivo incluso tras la dilución (**Gamarra,2020**).

1.6.1.1 Azúcares

Es considerable que el azúcar representa la principal fuente de alimento para las levaduras, las mencionadas sintetizan y realizan una conversión en alcohol y dióxido de carbono, la levadura actúa como un agente que desdobla los azúcares complejos en monosacáridos que de esta forma es fácil su uso por las bacterias, las cuales producen los ácidos beneficiosos y la formación uniforme y homogénea de la membrana de kombucha. Para llevar a cabo este cultivo, se aconseja de manera autoritaria el empleo exclusivo de sacarosa, es decir, azúcar blanca refinada (ya sea blanquilla de remolacha azucarera o de caña). Sin embargo, según nuestra experiencia y por el tiempo que llevamos cultivándolo, sugerimos en su lugar usar azúcar morena (**Sogin et al., 2024**).

1.6.1.2 El té

La calidad biológica y la diversidad del té que se empleará deben considerarse porque afectan tanto el gusto como la composición de la bebida final, así como la generación de compuestos y microorganismos que son favorables para los consumidores. Cultivar una colonia de kombucha es posible utilizando distintas variedades de té, como el rojo y el negro, que son de buena calidad y ofrecen resultados positivos. Es beneficioso utilizar la misma variedad de té, preferiblemente cultivada biológicamente, y luego, una vez que se ha dominado el método básico de cultivo, emplear otros tipos de té. Para ese momento, ya dispondremos de algunos bebés de Kombucha para experimentar, conservar o regalar. Los té en hojas sueltas son de calidad superior y han sido tratados de manera más adecuada que los de bolsa. Estos últimos deben ser de hoja media y casi pulverizados para poder llegar a la máquina de embolsado (**Fraiz et al,2025**).

Sabemos que la celulosa puede llegar a desvirtuar el sabor y no generan nada bueno en atributos para el té y la bebida en general a la kombucha. Se realiza una mezcla de té, verde, rojo y negro resulta ser lo más cuerdo para poder obtener una opción óptima. Resultante se obtiene todo el espectro de una colonia denominante como kombucha para poder sintetizar los ácidos que se puedan.

El proceso de producción empleado es la principal distinción entre el té verde y el negro. El té verde se cosecha y está casi listo para ser distribuido, a diferencia del té negro, que ha sido sometido a fermentaciones agresivas. En consecuencia, el té negro gana en teína y pigmentos durante la fermentación, pero pierde muchas de las sustancias nutritivas y terapéuticas activas que se encuentran en el té verde. El té verde es rico en vitaminas, como la C, P, B1 y B2. Además, tiene ácido pantoténico; este último es esencial para asimilar las grasas, proteínas y carbohidratos. Así como la vitamina B12, que no está presente en ningún alimento proveniente de vegetales a menos que sea alterado (**Fraiz et al., 2025**)

1.6.1.3 El agua

El agua que se utilice debe ser preferiblemente embotellada o, si no es posible, filtrada. Si se emplea agua directamente del grifo, esta debe reposar entre 32 y 48 horas o hervirse durante 5 a 10 minutos para conseguir que todo el cloro se evapore. Después de la infusión, para oxigenar el agua reposada, se bate con una varilla o dos palillos largos. Algunos expertos en la producción de kombucha sugieren el uso de agua destilada,

argumentando que el cultivo obtiene los nutrientes necesarios del azúcar y del té, y que el agua puede contener bacterias patógenas que resisten altas temperaturas (Estupiñan,2019).

1.7 Vida útil

Una forma de evaluar la vida útil se basa en la realización de pruebas durante la vida útil prevista del producto para evaluar el mantenimiento de sus características físicas, químicas, microbiológicas, nutricionales y sensoriales. El método más común para determinar la vida útil de un alimento consiste en realizar diferentes pruebas durante un periodo de tiempo en condiciones controladas que se asemejen a las que se encontrarán durante el almacenamiento, la distribución y la exposición para la venta y el tiempo de uso por parte del consumidor (Mathura et al.,2025)

Al periodo máximo en el que se puede consumir un alimento sin exceder sus límites en características organolépticas (sabor, aroma, textura, apariencia), microbiológicas y nutricionales se le conoce como vida útil. Es crucial mantener controlada la temperatura de refrigeración de las bebidas de kéfir y kombucha terminadas entre 0 °C y 5 °C, para no romper la cadena de frío una vez que las bebidas están envasadas. Si esta cadena se interrumpe, los microorganismos vivos presentes en la bebida provocan que el proceso de fermentación se reinicie, lo que resulta en una bebida ácida fuera de los límites aceptables (Caiza, 2023).

Se define a la vida útil como un periodo de tiempo en donde el producto se mantiene apto para su consumo humano, es decir sin resultar perjudicial, manteniendo los estándares de calidad pertinentes.

1.7.1 Cinética de deterioro y predicción de vida útil

El fin de la cinética química es cuantificar y medir las velocidades de las reacciones y encontrar ecuaciones que reflejen y relacionen la velocidad de dicha reacción con las variables experimentales (Cola,2020).

1.7.1.1 Orden de reacción

Fundamentalmente se denomina orden de reacción al número de moléculas que dan un curso a la forma de reactivos, pero de manera sencilla y entendible podemos aseverar que el orden de reacción es el factor o número exponencial que se encuentra en la concentración perteneciente a la ecuación. En base a la información recopilada podemos resumir que las diversas cinéticas de reacción se adaptan al orden cero ($n=0$) o de primer

orden ($n=1$), cabe mencionar que actualmente se hace más común encontrar cinéticas de reacción de segundo orden ($n=2$) **(Hernández et al., 2024)**.

A. Orden cero

En esta reacción, la velocidad resulta independiente de la concentración. Se puede tener dos escenarios diferentes:

- La concentración del reactante es independiente a la velocidad de reacción
- La concentración del reactante es tan elevada que la velocidad de reacción correspondiente parece no depender de él. Una razón para esto es que el reactante está en una cantidad tan alta que su concentración permanece invariable a lo largo de todo el periodo evaluado, lo que da la impresión de que la velocidad de reacción es independiente de la concentración **(Hernandez et al., 2024)**.

B. Primer orden

Ejemplificando tenemos la degradación de vitaminas, al pasar el tiempo se observa una reducción en el valor nutricional del alimento, otro aspecto en minoría sería la cuantificación de antocianinas, al transcurrir el tiempo se pierde la apariencia e intensidad de ellos **(Mathura et al., 2025)**.

C. Segundo orden

Estas reacciones se caracterizan porque su velocidad depende de la concentración del producto a la segunda potencia. De este orden existen dos modelos de cinética de reacción de segundo orden, pueden ser unimoleculares o biomoleculares **(Mathura et al., 2025)**.

1.7.1.2 Pruebas de vida útil aceleradas

En años recientes, se ha visto un interés cada vez mayor en el desarrollo de tecnologías que hagan posible extender la duración de los alimentos y preservar su calidad y seguridad **(Caiza, 2023)**.

La metodología para determinar la vida útil consiste en establecer el tiempo durante el cual un producto alimenticio conserva sus propiedades como aptas para ser consumidas y, por ende, es aceptado por los consumidores. Para ello, se determina a qué velocidad cambia un parámetro respecto al tiempo bajo diversas condiciones de temperatura; posteriormente, se calcula el valor Q_{10} , que refleja la razón entre las constantes de velocidad de reacción a las temperaturas establecidas **(Valdez et al., 2022)**

1.7.2 Ecuación de Arrhenius

Para poder relacionar la velocidad de la reacción química a los cambios de temperatura, como principal factor a evaluar. Se plantea un modelo lineal que expresa este efecto sobre una constante de velocidad (k) en diversos sistemas alimentarios, se plantea la siguiente ecuación (**Cola,2020**):

$$k = k_0 \exp\left(-\frac{E_a}{RT}\right)$$

1.7.3 Modelo Q₁₀

El factor Q₁₀, o también llamado de aceleración, simboliza la razón que se obtiene cuando las reacciones de deterioro aumentan su velocidad al incrementarse 10°C la temperatura del sistema (**Zorrila, 2021**).

$$Q_{10} = \frac{\text{tiempo de vida a la temperatura T}}{\text{tiempo de la vida a la temperatura T + 10}}$$

II. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Lugar de ejecución

El presente proyecto de investigación fue desarrollado en la Universidad Nacional del Santa en las siguientes instalaciones:

- Laboratorio de Control de Calidad del Instituto de Investigación y Tecnología Agroindustrial (IITA).
- Laboratorio de Bioprocesos Agroindustriales del Instituto de Investigación y Tecnología Agroindustrial (IITA).
- Laboratorio de Nutrición y Toxicología del Instituto de Investigación y Tecnología Agroindustrial (IITA).
- Planta Piloto Agroindustrial de la Escuela de Ingeniería Agroindustrial.

2.2 Materiales e instrumentación

2.2.1 Materia prima

La investigación actual no utilizará el índice de madurez como indicador de calidad, ya que se empleará pitahaya y mango en un único estado de madurez (maduro) adquirido en el mercado La Perla.

- Mango: Variedad Edward proveniente del distrito de Casma, 10 kg
- Pitahaya: Variedad amarilla proveniente del distrito de Pariacoto, 10 kg
- SCOBY: Symbiotic Culture Of Bacteria and Yeast, capa de celulosa (entre 65gr y 85gr) y 350ml de líquido iniciador; adquirida de la empresa “Fermentos & Kombucha Perú SACS” de la ciudad de Lima.

2.2.2 Insumos

- Azúcar rubia: 4 kg
- Té negro: 250 gr
- Agua destilada

2.2.3 Materiales de Laboratorio

- Micropipeta 100-1000 μ L
- Micropipeta 20-200 μ L
- Vaso precipitado 200 ml
- Tubos de ensayo

- Gradilla para tubos de ensayo
- Pipeta graduada
- Papel filtro
- Probetas
- Pisceta
- Microplaca
- Papel aluminio

2.2.4 Reactivos

- Solución de NaOH 0.1N.
- Metanol (CH₄O).
- Solución estándar Trolox (Ácido – 6 – hidroxil – 2,5,7,8 – tetrametilcroman – 2-carboxílico).
- Solución estándar radical DPPH (2,2 – Difenil-1-Picrilhidrazilo).
- Reactivo de folin-ciocalteu
- Carbonato Sódico (Na₂CO₃).
- Ácido Oxálico al 0.1 N y 0.4%.
- Fenolftaleína.
- Hipoclorito de Sodio al 5%
- Acetona

2.2.5 Equipos e Instrumentos de laboratorio

- Balanza analítica:
 - **Marca:** Precisa
 - **Modelo:** Gravimetrics AG. Switerland
- Refractómetro:
 - **Marca:** ATANGO N-1α.
- Espectrofotómetro:
 - **Marca:** Unico
 - **Modelo:** 2800 UV/VIS
- Shaker:
 - **Marca:** SARTORIUS STEDIM
- Agitador magnético:
 - **Marca:** Vortex V1 plus

- **Modelo:** BOECO.Germany
- Centrífuga:
 - **Marca:** Sigma-Laberzentrifugen 2-16. Germany
- PH-metro multiparámetro:
 - **Marca:** THERMO SCIENTIFIC
 - **Modelo:** ORION STAR A211
- Refrigeradora:
 - **Marca:** LG.
- Lavador ultrasonido:
 - **Marca:** Cole-PARMER 8892.
- Lector multimodal:
 - **Marca:** THERMO SCIENTIFIC
 - **Modelo:** Ultra Mate 3000

2.3 Metodología

2.3.1 Muestra

La muestra de la pitahaya variedad amarilla (*Hylocereus megalanthus*) será de 15 kg aproximadamente, recolectada en el distrito de Pariacoto, esta variedad se caracteriza por tolerar mejor las condiciones de transporte que la pitahaya roja lo que le facilita su comercialización. Con lo que respecta al mango variedad Edward (*Mangifera Indica.L*) la cantidad a emplear será de alrededor de 15 kg, procedente del distrito de Casma esta variedad es de sabor dulce y sin fibra. Finalmente, el SCOBY será proveniente de la ciudad de Lima, esta es una colonia simbiótica de bacterias y levaduras y cuya función es convertir el té en la kombucha la cual será utilizada para la elaboración de la bebida fermentada.

2.3.2 Muestreo

El tipo de muestreo empleado es por conveniencia.

2.3.3 Determinación de las características fisicoquímicas, funcionales, sensoriales y microbiológicas

- **Determinación de acidez:** Se seguirá el método AOAC.942.15 (2019), a través de la neutralización con NaOH de las muestras y aplicando la técnica de titulación, para expresar los resultados como porcentaje de ácido acético.

- **Determinación de sólidos solubles:** Aplicando el método AOAC 931.12 (2005), haciendo uso de un refractómetro digital automático, añadiendo una gota de la muestra en el instrumento calibrado previamente con agua destilada y mostrando sus resultados en °Brix.
- **Determinación de pH AOAC 981.12 (2005):** Se utilizará un PH-metro multiparámetro previamente calibrado.
- **Determinación de Vitamina C:** Se usará el método volumétrico del 2,6-Diclorofenolindofenol (AOAC.967.21), mediante espectrofotometría y usando el equipo multimodal con una curva estándar de Vitamina C.
- **Determinación de la capacidad antioxidante:** Se seguirá el método del 2,2-Difenil-1-Picrilhidrazilo (DPPH).
- **Determinación de polifenoles totales:** Se utilizará el método de Folin-Ciocalteu, para determinar el contenido de fenoles totales de las muestras.
- **Determinación de parámetros sensoriales:** Se determinarán mediante la evaluación de jueces semi entrenados, quienes calificarán en una escala hedónica de 1 a 5, el grado de satisfacción respecto al color, sabor y olor.
- **Determinación de análisis microbiológico:** Se seguirá el método AOAC 10.9 para determinar el recuento total de bacterias aerobias mesófilos, mohos, levaduras y coliformes totales.

2.3.4 Determinación de la vida útil

La vida útil se estimará en dos fundamentos a través de la variación en pruebas fisicoquímicas y en la aceptación sensorial

- **Evaluación de la vida útil a través de pruebas fisicoquímicas**

Se tendrá como medida observable la variación de la acidez (% de ácido acético), el pH y °Brix. Se evaluará por cuatro semanas a tres temperaturas.

Figura 1

Temperaturas de evaluación

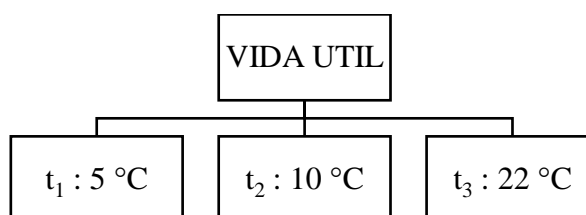


Tabla 10*Metodología de evaluación de vida útil*

Tiempo (Semanas)	T					
	Temperatura		Temperatura		Temperatura	
4 semanas	pH	22 °C	°Brix	22°C	Acidez	22°C
		5°C		5°C		5°C
		10°C		10°C		10°C

Posterior a las respuestas encontradas con las tres constantes, se procederá a graficar y obtener las pendientes de las curvas (K), representados en logaritmos (lnK) y las temperaturas a la inversa (1/T), arrojará una curva la cual será igualada al modelo clásico de Arrhenius.

$$K = K_0 e^{\frac{-E_a}{RT}}$$

Por consecuencia se obtendrá:

$$\ln K = -E_a \frac{1}{RT} + \ln K_0$$

Luego de obtener como respuesta valores numéricos se procederá a desarrollar la siguiente expresión:

$$\ln \left(\frac{Ac. final}{Ac. inicial} \right) = K_0 * t$$

$$t = \frac{\ln \left(\frac{Ac. final}{Ac. inicial} \right)}{K_0}$$

Al reemplazar dichos valores, se obtendrá como resultado los días útiles.

▪ Análisis microbiológicos

Se evaluará la presencia de mohos, levaduras, coliformes totales y aerobios mesófilos a través del Método 10.9 establecido por AOAC; tomando como referencia los valores determinados por la NTP: Norma Técnica Peruana 203.110 (2019).

Tabla 11*Metodología de evaluación de vida útil.*

	n	m	M
Coliformes NMP/cm³	5	<3	--
Recuento estándar en placa REP	5	10	100
UFC/ cm³			
Recuento de mohos UFC/ cm³	5	1	10
Recuento de levaduras UFC/ cm³	5	1	10

En donde:

n: número de muestras por examinar

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.

- **Evaluación de la vida útil a través de pruebas sensoriales:**

Después de obtener los resultados de la aceptabilidad sensorial, se realizará el ajuste de la cinética de orden cero, realizando un proceso parecido a la evaluación fisicoquímica, para descartar valores negativos en las pendientes (K), posteriormente se transformará los puntajes de aceptación sensorial en su contraparte como rechazo sensorial que consiste en el cálculo del rechazo que indirectamente asignan los jueces al evaluar la aceptación sensorial.

Los panelistas semi entrenados deberán responder en una escala hedónica de 1 a 5, (1 = Me desagrada, 2 = Me desagrada poco, 3 = No me agrada ni me desagrada, 4 = Me agrada, 5 = Me agrada mucho). Posteriormente se someterán los datos en las ecuaciones mencionadas anteriormente.

2.3.5 Metodología de la elaboración de la bebida fermentada

2.3.5.1 Obtención de la pulpa de mango

Recepción: Se recolectó la muestra para su posterior lavado y desinfectado.

Lavado y desinfectado: Se realizó sumergiendo los frutos en una solución clorada (20 ppm) en agua potable.

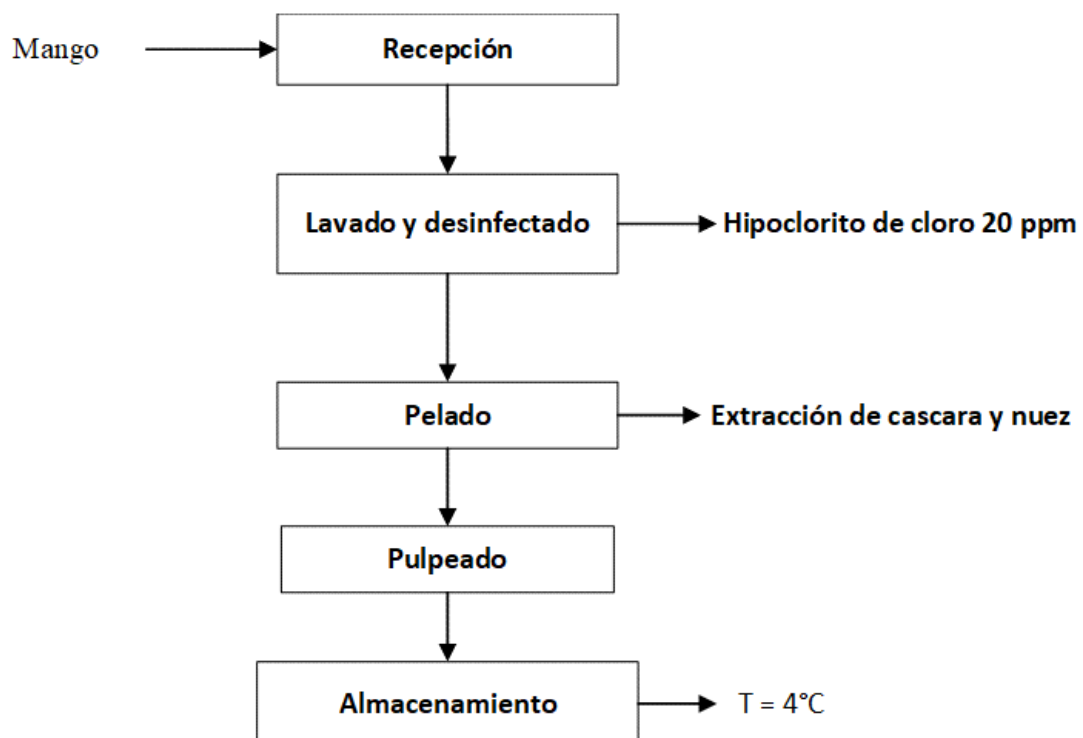
Pelado: Con la ayuda de un cuchillo se quitó la cascara y nuez del mango para luego ser picada en trozos que faciliten el pulpeado.

Pulpeado: La fruta se introduce en una licuadora industrial para ser triturada hasta obtener una pulpa homogenizada.

Almacenamiento: La pulpa obtenida se almacenó en la congeladora en bolsas herméticas, para su posterior uso en la elaboración de la bebida.

Figura 2

Diagrama de flujo para la obtención de la pulpa de mango



2.3.5.2 Obtención de la pulpa de pitahaya

Recepción: Se reciben los frutos, posterior a su adquisición en el mercado.

Lavado y desinfectado: Se realizó sumergiendo los frutos en una solución clorada (20 ppm) en agua potable.

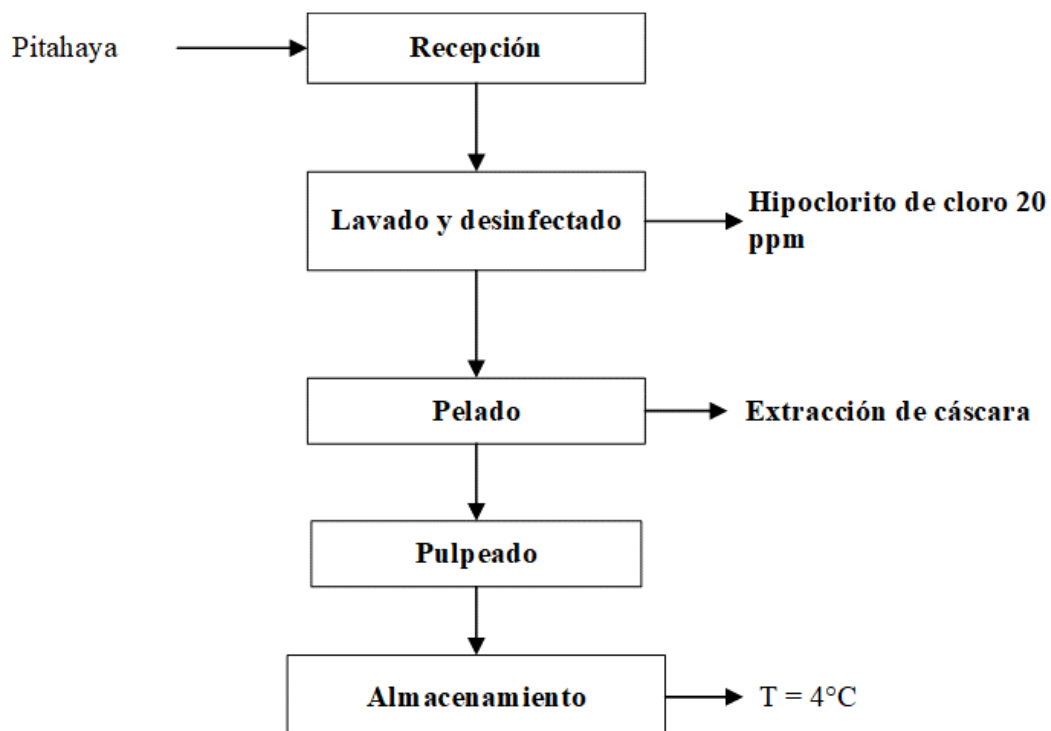
Pelado: Con la ayuda de un cuchillo se quitó la cascara de la pitahaya, luego se picó en trozos pequeños que faciliten el pulpeado.

Pulpeado: La fruta se introduce en una licuadora industrial para ser triturada hasta obtener una pulpa homogenizada.

Almacenamiento: La pulpa obtenida se almacenó en la congeladora en bolsas herméticas, para su posterior uso en la elaboración de la bebida.

Figura 3

Diagrama de flujo de la obtención de la pulpa de pitahaya



2.3.5.3 Elaboración del té kombucha

Tabla 12

Parámetros de elaboración del té kombucha

TÉ KOMBUCHA (Tanque: 8 litros)	
Ingrediente	Concentración
Té negro	5g/L
Sacarosa	100g/L
Cultivo iniciador	10%
Scoby	30-60 gr (1 “tapa o capa” de 1 mm de grosor)

Recepción: Se realizó la recepción de los diferentes insumos que se emplean en la elaboración del té kombucha.

Pesado: Se pesó los insumos para la elaboración del té kombucha (azúcar, agua y té negro).

Cocción: En una olla de acero se procedió a hervir 8 litros de agua potable el cual será empleado para la elaboración del té negro.

Adición: Cuando el agua llegó a ebullición se adicionó el azúcar y té negro previamente pesados.

Enfriado: Luego de adicionar el té negro y azúcar se retiró del fuego y dejó enfriar hasta que llegó a temperatura ambiente (20°C – 22°C).

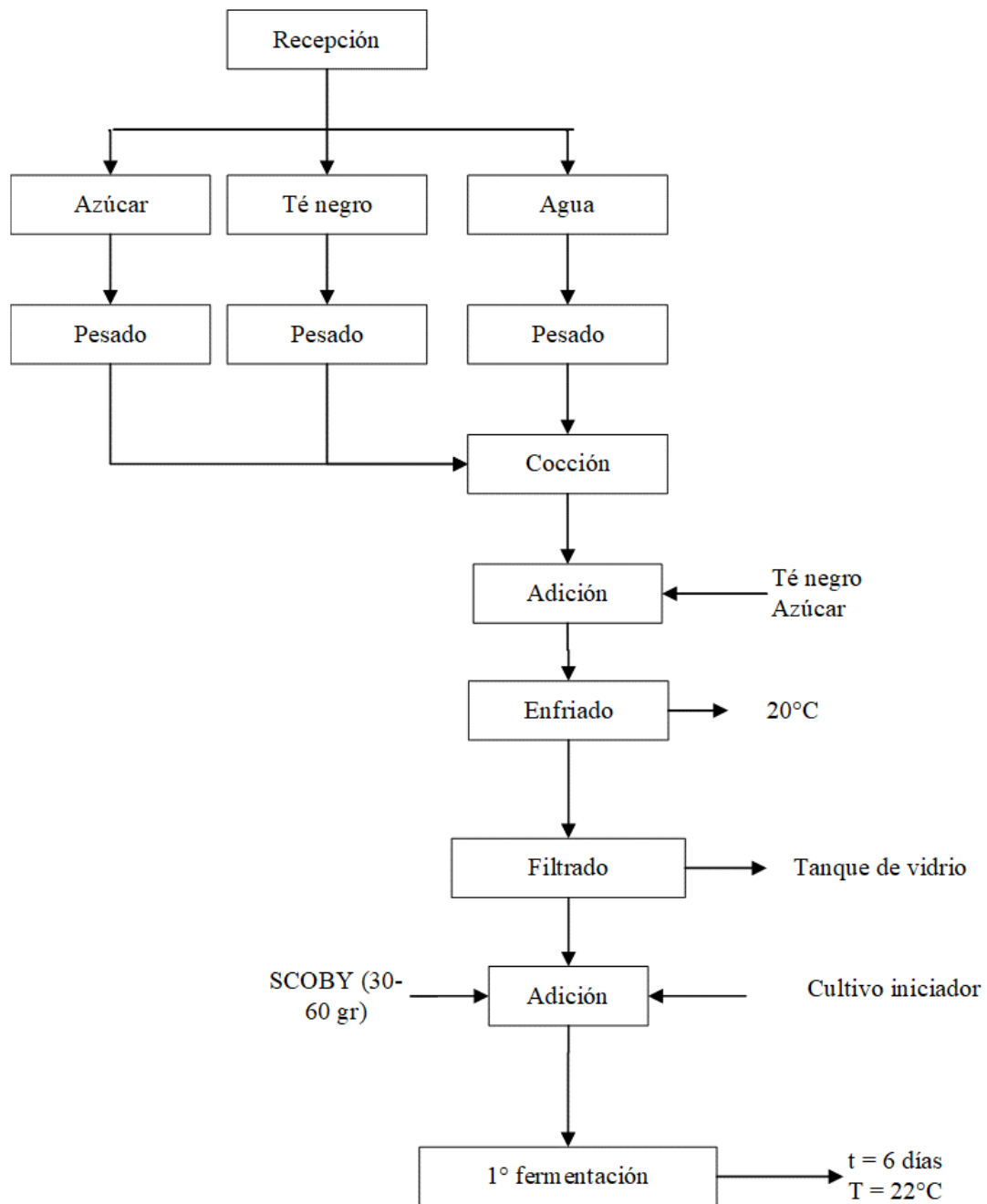
Acondicionamiento: Luego del enfriado se procedió a llenar el té en el tanque de vidrio utilizando un colador para separar los trozos del té y otras impurezas.

Adición: Después del filtrado se adicionó el SCOPY utilizando guantes para evitar contaminar el consorcio; seguidamente se añadió 8 ml del cultivo iniciador de una producción anterior de kombucha.

1° fermentación: Este proceso duró 6 días para ello se ubicó el tanque en un lugar fresco y con poca incidencia de luz.

Figura 4

Diagrama de flujo de la elaboración del té kombucha



2.3.5.4 *Elaboración de la bebida fermentada*

Formulación: Se realiza la combinación de los insumos que intervienen en la bebida fermentada de acuerdo a las formulaciones establecidas:

- **Formulación 1:** 20% de pulpa de mango, 15% de pulpa de pitahaya.
- **Formulación 2:** 25% de pulpa de mango, 10% de pulpa de pitahaya.
- **Formulación 3:** 30% de pulpa de mango, 5% de pulpa de pitahaya.

Dilución: Luego se procedió con la dilución (Formulaciones: agua) de acuerdo a lo establecido en el diseño experimental.

Envasado: Luego se envasó en botellas de vidrio de capacidad de 300ml.

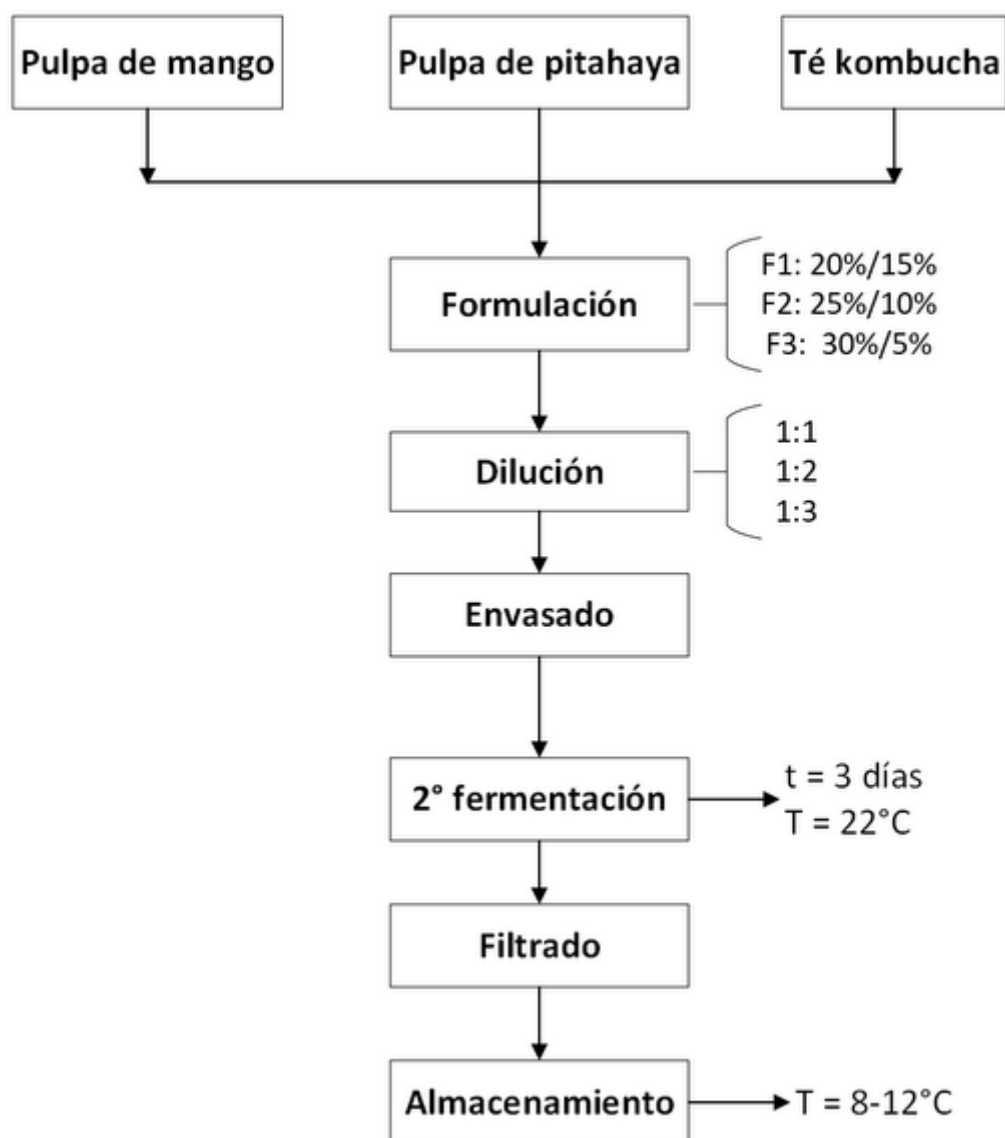
2° fermentación: Seguidamente se procede con la segunda fermentación durante 3 días, para ello se ubican las botellas en un lugar fresco y con poca incidencia de luz.

Filtrado: Después de la fermentación se filtra para evitar la multiplicación de las levaduras.

Almacenamiento: Finalmente se refrigera las botellas a temperatura entre 8-12°C.

Figura 5

Diagrama de flujo de la elaboración de la bebida fermentada



2.3.6 Formulación de hipótesis

2.3.6.1 *Hipótesis*

H₁= La adición de pulpa de mango (25%) y pulpa de pitahaya amarilla (10%) muestran efecto significativo en la actividad antioxidante, polifenoles, aceptabilidad sensorial y vida útil de una bebida fermentada.

H₀= La adición de pulpa de mango (25%) y pulpa de pitahaya amarilla (10%) no muestran efecto significativo en la actividad antioxidante, polifenoles, aceptabilidad sensorial y vida útil de una bebida fermentada.

2.3.7 Variables

2.3.7.1 *Independientes*

- % de pulpa de mango
- % de pulpa de pitahaya amarilla

2.3.7.2 *Dependientes*

- Características sensoriales (olor, color, sabor)
- Capacidad antioxidante
- Polifenoles totales
- Vida útil

2.3.8 Operacionalización de variables

Tabla 13

Tabla de operacionalización de variables

Variables independientes	Definición conceptual	Definición Operacional	Dimensión	Indicador	Nivel de medición
Formulaciones	Combinación de componentes en relaciones o estructuras apropiadas, de acuerdo con una fórmula.	Pesar las muestras según el diseño experimental, en función a las corridas establecidas	<ul style="list-style-type: none"> • Pulpa de mango • Pulpa de pitahaya 	<ul style="list-style-type: none"> • Mango: 20%, 25% y 30% • Pitahaya amarilla: 5%, 10% y 15% 	Escala razón
Variables dependientes	Definición conceptual	Definición Operacional	Dimensión	Indicador	Nivel de medición
Actividad antioxidante	Consiste en corroborar de cómo un agente oxidante produce daño oxidativo en un sustrato oxidable, este daño oxidativo es reducido con la presencia de un antioxidante.	Método DPPH (radical 2,2-difenil-picrilhidracilo)	Actividad antioxidante	(UMOL ET/100g)	Escala razón
Polifenoles	Determinación espectrofotométrica de los compuestos fenólicos previamente reaccionados con el reactivo de Folin-Ciocalteu, a pH básico, dando lugar a una coloración azul.	Método de Folin-Ciocalteu	Polifenoles	(mg GAE/100g)	Escala razón
Vida útil	Tiempo donde el producto conservará sus atributos de calidad, sus niveles nutritivos y organolépticos.	<ul style="list-style-type: none"> - Características sensoriales - Método: AOAC, 2016. - Método refractométrico - Método 947.05 (AOAC,2016) - Método 10.9 establecido por AOAC 	<ul style="list-style-type: none"> - olor, color y sabor - pH - Sólidos solubles totales - Acidez - Mohos - Levaduras - Coliformes totales - Aerobio Mesófilos 	<ul style="list-style-type: none"> - Escala hedónica - Sin unidad de medida - °Brix - sin unidad de medida - UFC/ml - UFC/ml - (NMP/mL) - (UFC/g) 	Escala razón

2.4 Propuesta experimental

2.4.1 Diseño experimental

Se empleará el diseño factorial categórico, las variables serán:

- **Independientes:** Cantidad (%) de pulpa de mango y pitahaya.
- **Dependientes:** Características sensoriales (olor, color y sabor), capacidad antioxidante, polifenoles totales y vida útil de la bebida fermentada.

Figura 6

Esquema del diseño experimental

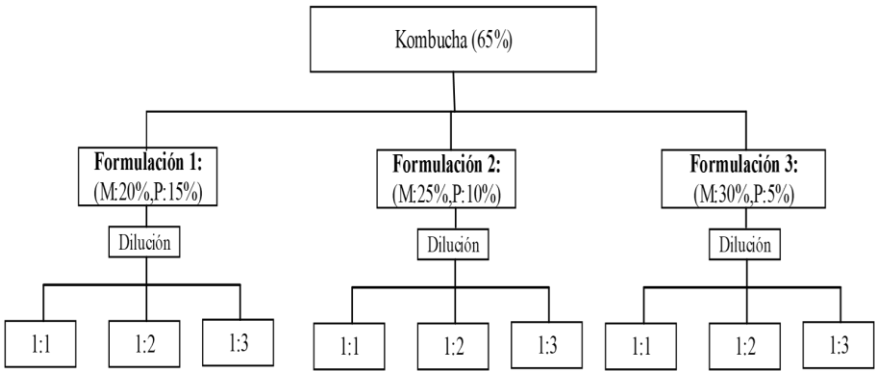


Tabla 14

Formulaciones mediante el diseño experimental

Tratamiento	Formulación	Dilución
1	F1 (20%:15%)	1:1
2	F1 (20%:15%)	1:2
3	F1 (20%:15%)	1:3
4	F2 (25%:10%)	1:1
5	F2 (25%:10%)	1:2
6	F2 (25%:10%)	1:3
7	F3 (30%:5%)	1:1
8	F3 (30%:5%)	1:2
9	F3 (30%:5%)	1:3

2.4.2 Diseño estadístico

Para analizar los efectos de las variables independientes, se utilizará STATGRAPHIS Centurion XV.II, un software estadístico; además, se determinarán los coeficientes de regresión R^2 , la construcción de las superficies de respuesta y el análisis de varianza (ANOVA), todos ellos con un nivel de significancia del 5%. Para establecer la formulación más adecuada en términos sensoriales, se utilizará una escala hedónica, empleada por 20 panelistas con entrenamiento parcial. Se utilizará el diseño factorial $3 \times 3 = 9$, con una duplicación, lo que dará como resultado un total de 18 experimentos.

III. RESULTADOS Y DISCUSION

3.1 Características fisicoquímicas de las materias primas

3.1.1 Características fisicoquímicas de la pulpa de mango

Tabla 15

Caracterización fisicoquímica de la pulpa de mango

Parámetro	Mango
pH	4.10±0.01
Acidez (%) (meq = 0.06)	2.08±0.02
Sólidos totales disueltos	15.9±0.07 °Brix
Vitamina C (mg/100g)	27.53

(Cubas, 2022) reporta que los °Brix de la pulpa de mango variedad Edward en una etapa madura oscilan entre 15 y 17 °Brix y el pH entre 3,72 y 4,20; en la investigación se obtuvieron valores dentro de los rangos 15,9 °Brix y 4,10 de pH (Tabla 15).

En la misma tabla se presenta el porcentaje de acidez 2,08, siendo diferente a los encontrados por (Chavez & Pérez, 2021; Huarachi & Loza, 2016) que fueron 0,82 y 0,28% respectivamente debido al grado de madurez de la fruta estudiada. Respecto a la vitamina C (Gamboa & Suyón, 2015) reportaron un valor de 34.32 mg/100g el cual fue superior al obtenido (27,53 mg/100g). Estos valores son diversos a los nuestros debido al estado de madurez de la fruta, nuestro análisis se realizó en una fruta parcialmente madura.

3.1.2 Características fisicoquímicas de la pulpa de pitahaya

Tabla 16

Caracterización fisicoquímica de la pulpa de pitahaya

Parámetro	Pitahaya
pH	4.99±0.02
Acidez (%) (meq = 0.06)	0.06±0.07
Sólidos totales disueltos (°Brix)	17.3±0.03
Vitamina C (mg/100g)	2.8±0.05

En la Tabla 16 se presentan los valores obtenidos en la pitahaya amarilla, pH (4,99), acidez (0,06%) y sólidos solubles (17,3 °Brix) siendo resultados similares a los reportados

por (Vera et al., 2021) quienes encontraron valores entre 3,15 y 4,69 de pH; acidez 0,15% y 17,02 de °Brix; del mismo modo (Obregón & Lozano, 2021) estudiaron la pulpa de pitahaya amarilla obteniendo 4,80 de pH, 0,11% de acidez y 17 de °Brix. Respecto a la vitamina C se obtuvo 2,8 mg/100g resultado inferior al encontrado por (Obregón et al., 2021) quienes reportaron 8 mg/100g de vitamina C en pulpa de pitahaya amarilla. Estos resultados son similares debido a la variedad de la fruta, fue la misma, esto con el objetivo de realizar una bebida funcionalmente mayor.

3.1.3 Características fisicoquímicas del té kombucha

Tabla 17

Caracterización fisicoquímica del té kombucha

Parámetro	Té kombucha
pH	3.46±0.01
Acidez (%) (meq = 0.06)	2.4±0.14
Sólidos totales disueltos	2.7 °Brix
Vitamina C (mg/100g)	6.5

La Tabla 17 muestra los resultados fisicoquímicos del té kombucha obtenidos al finalizar una fermentación de 7 días a temperatura ambiente, se obtuvo 3,46 de pH y 2,4% de acidez valores similares a los reportados por (de Oliveira et al., 2024) quienes obtuvieron 3,75 de pH y 0,41 g/ml de acidez en la evaluación del té kombucha empleando el té negro como sustrato. Además de acuerdo con (Mohd et al., 2023) el pH de la kombucha debe mantenerse entre 2,5 y 4,2 para que sea segura de consumirse; por lo que un valor fuera de dicho rango puede ser causa de una contaminación o variación de la temperatura durante la fermentación.

(Guerrero et al., 2022) evaluaron la kombucha de té verde y glucosa como fuente de carbono después de 15 días de fermentación obteniendo 3,8 de °Brix, valor superior al encontrado en la investigación que fue de 2,14 °Brix debido a que el sustrato utilizado fue el té negro y los días de fermentación fueron de 6 días.

En la investigación se obtuvo 6,5 mg/100g de vitamina C, mientras que (Mousavi et al., 2020) reportaron un valor de 2,5 mg/100g luego de 10 días de fermentación lo que indicaría que las diferencias de resultados pudieron causarse por los días de fermentación y las condiciones de esta.

3.2 Composición funcional de las materias primas

3.2.1 Composición funcional de la pulpa de mango

Tabla 18

Composición funcional de la pulpa de mango

Parámetro	Mango
Polifenoles (mgGAE/ml)	39.91±3.37
DPPH (μmol ET/100g)	231.27±15.4

En la Tabla 18 se muestran los valores de polifenoles y actividad antioxidante de la pulpa de mango de variedad Edward los cuales fueron $39,91 \pm 3,37$ mg GAE/ml y $231,27 \pm 15,4$ μmol ET/100g respectivamente siendo diferentes a los obtenidos por **(Chavez & Pérez, 2021)** quienes reportaron $16,02 \pm 0,07$ mg GAE/ml de polifenoles y $1020,20 \pm 3,03$ μmol ET/100g de actividad antioxidante a pesar de que se evaluó la misma variedad de mango debió ser por el estado de madurez de la fruta empleada en la investigación.

3.2.2 Composición funcional de la pulpa de pitahaya

Tabla 19

Composición funcional de la pulpa de pitahaya

Parámetro	Pitahaya
Polifenoles (mgGAE/ml)	$28,88 \pm 2,44$
DPPH (μmol ET/100g)	$230,07 \pm 79,5$

(Obregón & Lozano, 2021) reportaron que 100g de pulpa de pitahaya amarilla contiene $38,02 \pm 1,80$ mg GAE de polifenoles, por otro lado **(Quispe et al., 2021)** encontraron 48 mg GAE/100g de polifenoles siendo valores superiores a los obtenidos en la investigación (Tabla 20) que fue de $28,88 \pm 2,44$ mg GAE/100g de polifenoles; así también Obregón y Lozano obtuvieron $110 \pm 9,77$ μmol ET de actividad antioxidante resultado inferior respecto al de la investigación que fue de $230,07 \pm 79,5$ μmol ET/100g, evidenciando que las diferencias fueron por el estado de madurez o condiciones de evaluación de la fruta estudiada.

3.2.3 Composición funcional del té kombucha

Tabla 20

Composición funcional del té kombucha

Parámetro	Kombucha
Polifenoles ($\mu\text{gGAE/ml}$)	250.5 ± 6.31
DPPH ($\mu\text{mol ET/100g}$)	479.52 ± 7.5

La fermentación produce polifenoles que, junto con el efecto sinérgico de los diferentes compuestos bioactivos del té, son responsables de la capacidad antioxidante de la kombucha (**Júnior et al., 2022**).

(**Perez, 2024**) reporta que a mayor concentración del inóculo y a una temperatura entre 25 y 30°C durante la fermentación de la kombucha se pueden ver contenidos 359.5 $\mu\text{gGAE/ml}$ de polifenoles; así también (**Jakubczyk et al., 2020**) obtuvieron 219.5 ± 2.1 $\mu\text{gGAE/ml}$ de polifenoles de una muestra de kombucha en una fermentación de té negro durante 7 días a una temperatura de 28°C; en la investigación la temperatura de fermentación fue entre 22 y 25°C durante 6 días, obteniendo 250.5 ± 6.31 $\mu\text{gGAE/ml}$ de polifenoles (Tabla 20) resultando ser un valor promedio entre los reportados por los autores ya mencionados.

Se considera, además, que la kombucha tiene una actividad antioxidante más alta que el té sin fermentar. Esto está relacionado con la producción de componentes de bajo peso molecular y con alteraciones en la estructura de los polifenoles del té debido a las enzimas producidas por levaduras y bacterias durante el proceso de fermentación (**Permatasari et al., 2022**).

En la misma tabla se reporta la actividad antioxidante de la kombucha siendo 479.52 ± 7.5 $\mu\text{mol ET/100g}$, resultado que difiere a los reportados por (**Dartora et al., 2023**) que fue de 2.24 ± 0.01 ($\mu\text{mol ET/L}$) en una fermentación de 7 días a 25°C y (**Rezende et al., 2020**) quienes obtuvieron 822 ± 0.86 $\mu\text{mol ET/100g}$ de actividad antioxidante a una misma temperatura de fermentación, pero durante 10 días.

3.3 Características fisicoquímicas de la bebida fermentada

Tabla 21*Características fisicoquímicas de la bebida*

Tratamiento	Factor de dilución	Formulación	pH	Acidez (%)	Sólidos Solubles (°Brix)
T1		20% - 15%	8.020	1.536	5.1
T4	1:1	25% - 10%	8.219	1.512	4.0
T7		30% - 5%	6.878	1.656	5.3
T2		20% - 15%	8.093	1.632	4.8
T5	1:2	25% - 10%	8.244	1.680	4.4
T8		30% - 5%	6.873	1.080	4.2
T3	1:3	20% - 15%	8.145	1.152	3.0
T6		25% - 10%	7.188	0.984	3.6
T9		30% - 5%	6.866	0.960	3.8

En la Tabla 21 se presentan las características fisicoquímicas de los 9 tratamientos de la bebida fermentada con pulpa de mango y pitahaya, obteniendo un rango entre 6.866 (T9) – 8.244 (T5) de pH, también se observó que a menor proporción de pulpa de pitahaya (5%) en cada una de las diluciones que se trabajaron, el pH es menor, esto es debido a que la pitahaya presenta un mayor valor de pH que el mango; además el pH en las bebidas es esencial porque tiene un impacto directo sobre la seguridad alimentaria y la preservación del producto. El pH tiene un impacto en las propiedades organolépticas, como son el color y el sabor; por eso es esencial controlarlo para garantizar la homogeneidad y calidad del producto (**Vargas et al., 2021**).

En la misma tabla se muestran los porcentajes de acidez de cada tratamiento los cuales están en el rango de 0.960% (T9) – 1.680% (T5) y los sólidos solubles (°Brix) entre 3.0 (T3) – 5.3 (T7); los niveles más bajos de ambas características se evidenciaron en la dilución (1:3) compuesta por los tratamientos 3,6 y 9, donde las cantidades de té kombucha y las pulpas de cada fruta fueron menores; asimismo (**Arias & Quilapanta, 2020**) indican que a mayor °Brix existen más sólidos disueltos originando una alta concentración de azúcar lo que provoca que se mantenga o reduzca la acidez; pero caso contrario ocurre cuando los °Brix son menos provoca que los niveles de acidez sean mayores.

Los resultados obtenidos en la investigación se diferencian de los obtenidos por (da Silva et al., 2021) quienes elaboraron una bebida fermentada de kombucha con pulpa de umbu cajá (15%) aplicando 14 días de fermentación desde la preparación de la kombucha hasta su almacenamiento después de la adición de la pulpa de fruta, donde se obtuvieron 2.09 de pH, 0.7% de acidez y 7 °Brix.

3.4 Composición funcional de la bebida fermentada

3.4.1 Determinación de polifenoles totales

Tabla 22

Contenido de polifenoles totales de las formulaciones

Tratamiento	Factor de dilución	Formulación	Polifenoles Totales (mg GAE/100g)
T1	1:1	20% - 15%	6.78±0.13
T4		25% - 10%	7.04±0.34
T7		30% - 5%	9.03±0.59
T2	1:2	20% - 15%	6.64±0.28
T5		25% - 10%	6.49±0.13
T8		30% - 5%	7.01±0.12
T3	1:3	20% - 15%	7.58±0.28
T6		25% - 10%	7.12±0.01
T9		30% - 5%	6.84±0.82

El proceso de fermentación es beneficioso para el contenido de polifenoles y el poder reductor de antioxidantes que poseen las kombuchas con frutas, pues estas materias primas constituyen una gran fuente de diversos componentes bioactivos como polifenoles, flavonoides, cafeína, carotenoides, creatina y polisacáridos; es así que la fermentación de las mismas se ha utilizado para la transformación de productos en productos de valor añadido a través de la fermentación microbiana para el desarrollo de nuevos alimentos funcionales (Adzni et al., 2021; Anantachoke et al., 2023).

En la Tabla 22 se muestra los resultados de los polifenoles totales de cada tratamiento de la bebida fermentada con pulpa de mango y pitahaya, de los cuales el tratamiento 7 (dilución 1:1, 30% de pulpa de mango y 5% de pulpa de pitahaya) reportó mayor contenido de polifenoles 9.03 ± 0.59 mg GAE/100g, dicho resultado se debió a que el mango presenta mayores valores de polifenoles que la pitahaya; caso contrario se evidenció con el tratamiento 5 (dilución 1:2, 25% de pulpa de mango y 10% de pulpa de pitahaya) que reportó 6.49 ± 0.13 mg GAE/100g, siendo el tratamiento con menor de polifenoles.

3.4.1.1 Análisis de ANOVA de polifenoles totales

Tabla 23

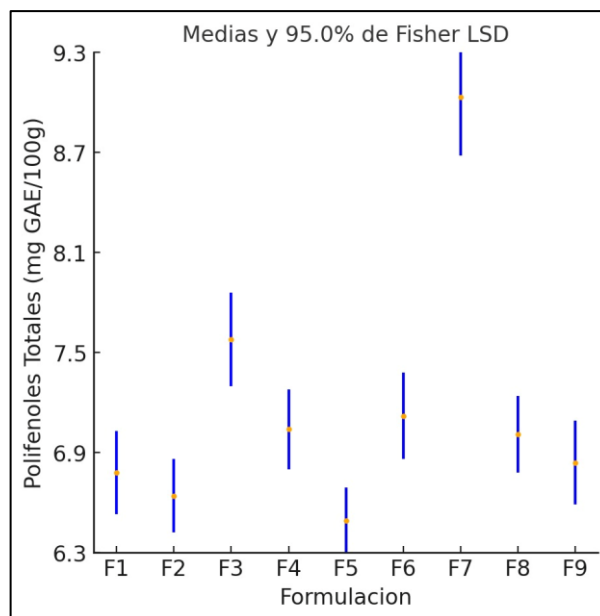
ANOVA de los polifenoles totales

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Efectos Principales					
A: Formulación	5.7235	12	0.349823	0.97	0.4122
B: Polifenoles	8.1878	23	0.613732	1.44	0.2876
Residuos	49.9810	201	0.421231		
Total (corregido)	63.8923	236			

En la Tabla 24, se puede observar los resultados del análisis estadístico de las 9 formulaciones de la bebida funcional en función al contenido de Polifenoles Totales. Se evidencia que las formulaciones no representan una diferencia significativa en el contenido de mg GAE/100g, reflejándose esta afirmación en los Valores-P, siendo mayores a 0.05. Podemos afirmar que las formulaciones en su totalidad no representan un impacto estadísticamente significativo en el contenido de Polifenoles Totales, teniendo un nivel de confianza del 95.0%.

Figura 7

Diagrama de Fisher de los Polifenoles totales.



3.4.2 Determinación de la capacidad antioxidante (DPPH)

Tabla 24

Capacidad antioxidante (DPPH) de las formulaciones

Tratamiento	Factor de dilución	Formulación	Capacidad antioxidante ($\mu\text{mol ET}/100\text{ml}$)
T1	1:1	20% - 15%	184.589 \pm 58.793
T4		25% - 10%	219.926 \pm 73.492
T7		30% - 5%	182.51 \pm 0.000
T2	1:2	20% - 15%	265.657 \pm 58.793
T5		25% - 10%	165.881 \pm 57.343
T8		30% - 5%	111.836 \pm 0.000
T3	1:3	20% - 15%	215.769 \pm 77.901
T6		25% - 10%	147.173 \pm 24.987
T9		30% - 5%	120.151 \pm 7.349

Diversos autores afirman que la añadidura de frutas a la kombucha fermentada genera un incremento en la actividad antioxidante de la misma (**Osiripun y Apisittiwong, 2021**) teniendo en cuenta que los efectos antioxidantes son directamente proporcionales a la aglomeración de capacidades antioxidantes de los compuestos presentes en las frutas y a los efectos sinérgicos entre los metabolitos producidos durante el proceso de fermentación.

El incremento de la capacidad antioxidante de la kombucha depende de diversos factores como el tipo de sustrato, el tiempo de fermentación y el microbiota de la kombucha, esta última es la principal responsable de generar la naturaleza de los metabolitos formados en el proceso de la fermentación (**Jakubczyk et al.,2020**).

Según (**Bueno,2022**) la actividad antioxidante de una bebida realizada a base de Kombucha de té negro y de té verde el resultado contra el radical DPPH, en el tercer día de evaluación de la fermentación se observaba un 50% de inhibición y su valor decrecía a los cuatro días siguientes de dicha evaluación.

En la Tabla 23 se muestra los resultados de la actividad antioxidante de cada tratamiento de la bebida fermentada con pulpa de mango y pitahaya, de los cuales el tratamiento 2 (dilución 1:2, 20% de pulpa de mango y 15% de pulpa de pitahaya) presentó mayor capacidad antioxidante ($265.657 \pm 58.793 \mu\text{mol ET}/100\text{ml}$), justificando este resultado en la cantidad de kombucha aplicada y la capacidad antioxidante de la pitahaya.

3.4.2.1 Análisis de ANOVA de la Actividad Antioxidante

Tabla 25. ANOVA de la Actividad Antioxidante (DPPH) de las formulaciones

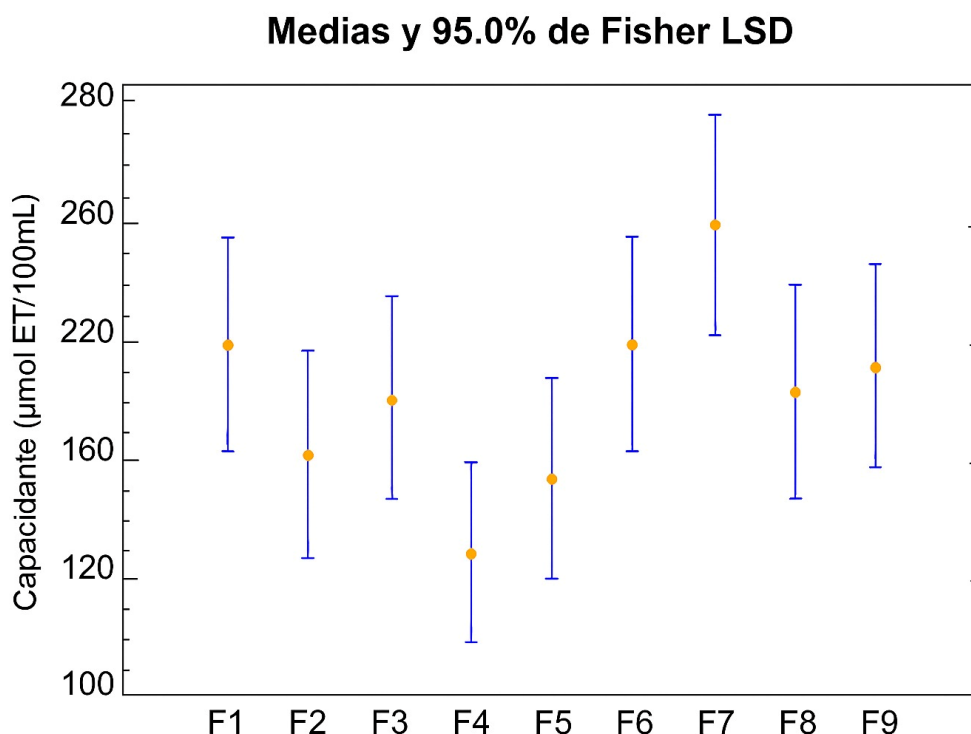
Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Efectos Principales					
A: Formulación	58.2	8	0.7558	2.13	0.4771
B: Capacidad antioxidante	435.1	124	0.333332	2.11	0.3823
Residuos	121.4	189	0.410892		
Total (corregido)	614.7	221			

En la Tabla 25, se puede observar los resultados del análisis estadístico de las 9 formulaciones de la bebida funcional en función a la Actividad Antioxidante. Se evidencia que las formulaciones no representan una diferencia significativa en el

contenido de $\mu\text{mol ET}/100\text{ml}$, reflejándose esta afirmación en los Valores-P, siendo mayores a 0.05. Podemos afirmar que las formulaciones en su totalidad no representan un impacto estadísticamente significativo en la actividad antioxidante, teniendo un nivel de confianza del 95.0%.

Figura 8

Diagrama de Fisher de la Actividad Antioxidante (DPPH)



3.5 Evaluación sensorial de la bebida fermentada

3.5.1 Evaluación sensorial del atributo "olor"

Se realizó la evaluación sensorial de los 9 tratamientos, primero se analizó la característica "olor". Para tener un análisis estadístico más detallado se aplicó el método ANOVA, para poder realizar un análisis de varianza. ANOVA del atributo "olor" de las formulaciones

Tabla 26. ANOVA del atributo "olor" de las formulaciones

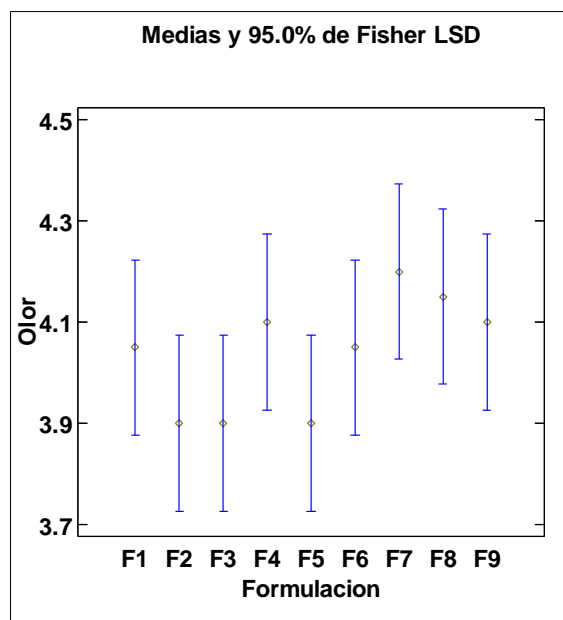
Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Efectos Principales					
A: Formulación	2.07778	8	0.259722	0.85	0.5625
B: Panelista	8.06111	19	0.424269	1.38	0.1423

Residuos	46.5889	152	0.306506
Total (corregido)	56.7278	179	

En la Tabla 26, se puede observar los resultados del análisis estadístico de las 9 formulaciones de la bebida funcional en función a la característica evaluada “olor”. Es evidenciable que tanto para los panelistas y las formulaciones no tienen una influencia significativa en el resultado de este atributo, reflejándose esta afirmación en los Valores-P, estos son mayores a 0.05. Podemos afirmar rotundamente que las formulaciones en su totalidad no representan un impacto estadísticamente significativo en el atributo “olor”, teniendo un nivel de confianza del 95.0%.

Figura 9

Diagrama de Fisher del atributo "olor".



En la Figura 7, representa la gráfica de medias teniendo un nivel de confianza del 95%, es observable que el Tratamiento 7 (dilución 1:1; formulación 30% - 5%) es la formulación con mayor aceptación dentro de las opiniones que tuvieron los 20 panelistas respecto al atributo “olor”, mientras que los Tratamientos 2 (dilución 1:2; formulación 20% - 15%), 3 (dilución 1:3; formulación 20% - 15%) y 5 (dilución 1:2; formulación 25% - 10%) son las bebidas con menor aceptación entre los 9 tratamientos.

3.5.2 Evaluación sensorial del atributo “color”

Se realizó la evaluación sensorial de los 9 tratamientos, se analizó la característica “color”. Para tener un análisis estadístico más detallado se aplicó el método ANOVA, para poder realizar un análisis de varianza.

Tabla 27

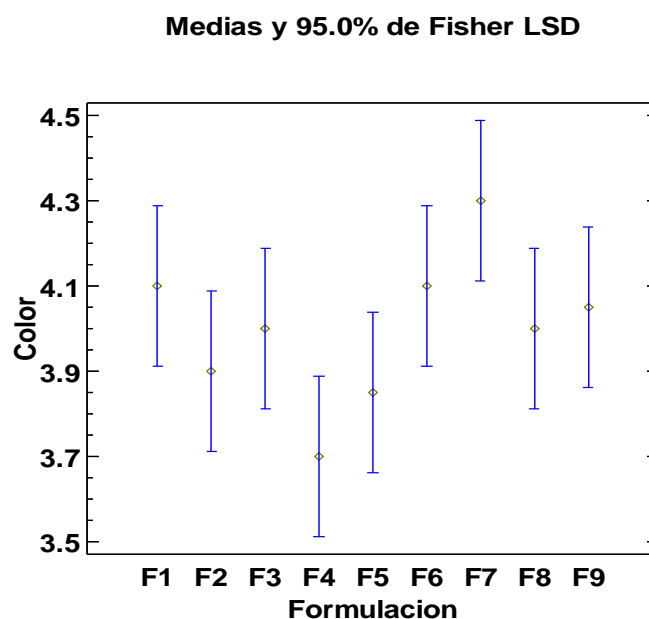
ANOVA del atributo "color" de las formulaciones.

Fuente	Suma de Cuadrado	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Efectos principales					
A: Formulación	4.7	8	0.5875	1.63	0.1212
B: Panelista	8.44444	19	0.444444	1.23	0.2394
Residuos	54.8556	152	0.360892		
Total (corregido)	68.0	179			

En la Tabla 27, se puede observar los resultados del análisis estadístico de las 9 formulaciones de la bebida funcional en función a la característica evaluada “color”. Es evidenciable que tanto para los panelistas y las formulaciones no tienen una influencia significativa en el resultado de este atributo, reflejándose esta afirmación en los Valores-P, estos son mayores a 0.05. Podemos afirmar rotundamente que las formulaciones en su totalidad no representan un impacto estadísticamente significativo en el atributo “color”, teniendo un nivel de confianza del 95.0%.

Figura 10

Diagrama de Fisher del atributo "color".



En la Figura 8, representa la gráfica de medias teniendo un nivel de confianza del 95%, es observable que el Tratamiento 7 (dilución 1:1; formulación 30% - 5%) es la formulación con mayor aceptación dentro de las opiniones que tuvieron los 20 panelistas respecto al atributo “color”, mientras que el Tratamiento 4 (dilución 1:1; formulación 20% - 10%), es la bebida con menor aceptación entre los 9 tratamientos. Respecto al indicador “color”

3.5.3 Evaluación sensorial del atributo “sabor”

Se realizó la evaluación sensorial de los 9 tratamientos, se analizó la característica “sabor”. Para tener un análisis estadístico más detallado se aplicó el método ANOVA, para poder realizar un análisis de varianza.

Tabla 28

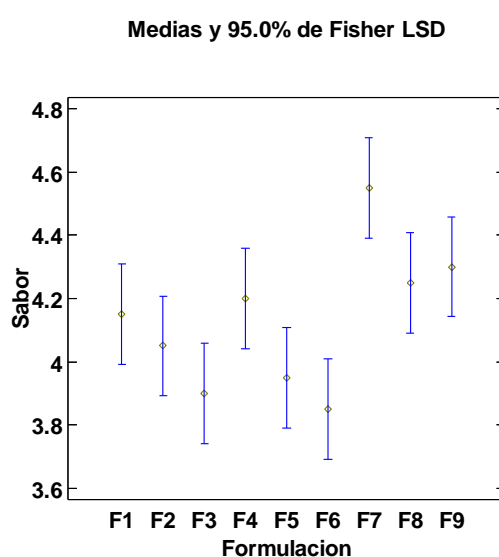
ANOVA del atributo "sabor" de las formulaciones.

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Efectos principales					
A: Formulación	7.9	8	0.9875	3.87	0.0004
B: Panelista	8.13333	19	0.42807	1.68	0.0455
Residuos	38.7667	152	0.255044		
Total (corregido)	54.8	179			

En la Tabla 28, se puede observar los resultados del análisis estadístico de las 9 formulaciones de la bebida funcional en función a la característica evaluada “sabor”. Es evidenciable que tanto para los panelistas, excepto para las formulaciones no tienen una influencia significativa en el resultado de este atributo, reflejándose esta afirmación en los Valores-P, estos son menores a 0.05. Podemos afirmar rotundamente que las formulaciones en su totalidad sí representan un impacto estadísticamente significativo en el atributo “olor”, teniendo un nivel de confianza del 95.0%.

Figura 11

Diagrama de Fisher del atributo "sabor".



En la Figura 9, representa la gráfica de medias teniendo un nivel de confianza del 95%, es observable que el Tratamiento 7 (dilución 1:1; formulación 30% - 5%) es la formulación con mayor aceptación dentro de las opiniones que tuvieron los 20 panelistas respecto al atributo “sabor”, mientras que los Tratamientos 3 (dilución 1:3; formulación 20% - 15%); 5 (dilución 1:2; formulación 25% - 10%) y 6 (dilución 1:3; formulación 25% - 10%) son las bebidas con menor aceptación entre los 9 tratamientos.

3.6 Determinación de la vida útil de la bebida fermentada

Se determinó la vida útil del tratamiento con mayor aceptabilidad sensorial, T7 (dilución 1:1; formulación 30% - 5%); evaluando sus características fisicoquímicas (pH, °Brix y acidez) y sensoriales (color, olor y sabor) bajo 3 condiciones de almacenamiento 3°C, 6°C y 25°C durante 4 semanas.

3.6.1 Evaluación de la vida útil mediante pruebas fisicoquímicas

Tabla 29

Resultados de la evaluación de pH durante el almacenamiento.

T (°C)	Tiempo de almacenamiento (Semanas)			
	1	2	3	4
3	5.232	5.002	4.829	4.652
6	5.089	5.007	4.812	4.547
25	4.928	4.697	4.442	4.253

Figura 12

Resultados de la evaluación de pH durante el almacenamiento.

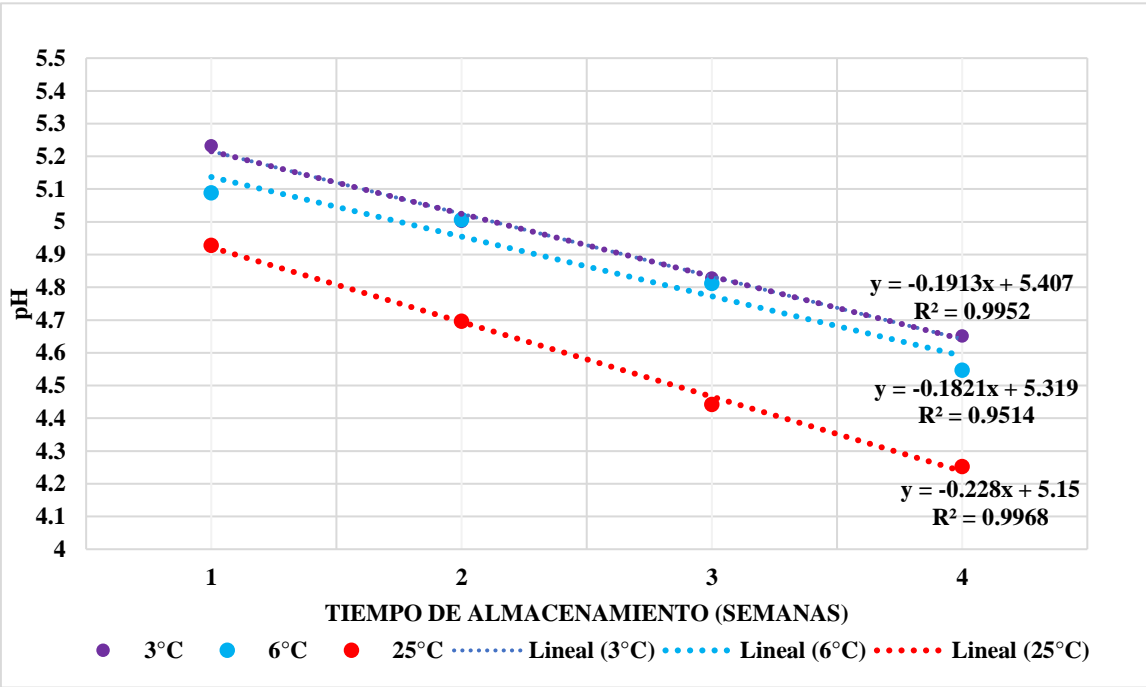


Tabla 30

Resultados de la evaluación de °Brix durante el almacenamiento.

T (°C)	Tiempo de almacenamiento (Semanas)			
	1	2	3	4
3	4.00	3.80	3.80	3.50
6	3.90	3.50	3.30	2.90
25	3.70	3.30	2.80	2.60

Figura 13

Resultados de la evaluación de °Brix durante el almacenamiento.

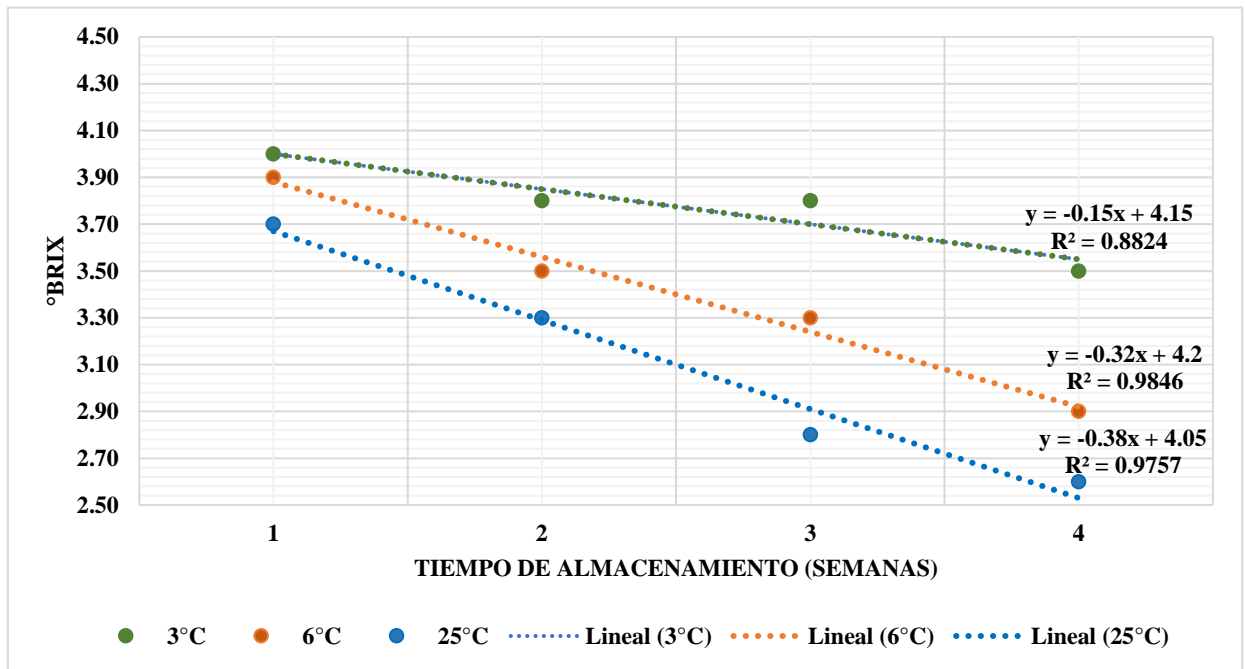


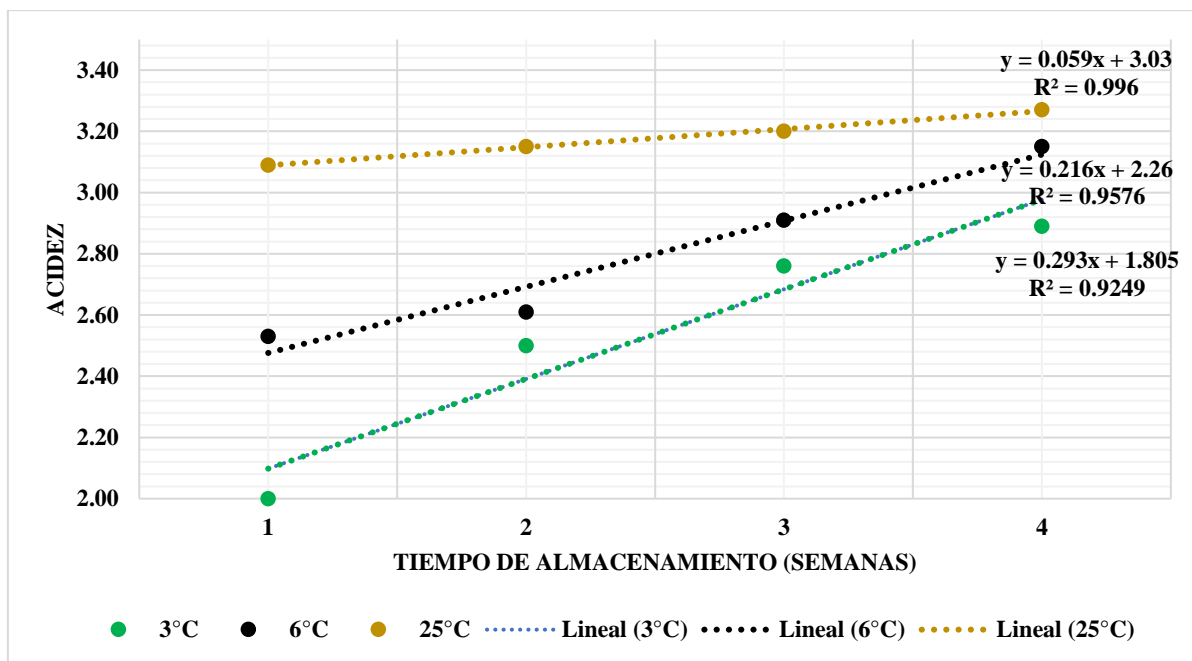
Tabla 31

Resultados de la evaluación de acidez durante el almacenamiento.

T (°C)	Tiempo de almacenamiento (Semanas)			
	1	2	3	4
3	2.00	2.5	2.76	2.89
6	2.53	2.61	2.91	3.15
25	3.09	3.15	3.2	3.27

Figura 14

Resultados de la evaluación de acidez durante el almacenamiento.



La Tabla 31 muestra los coeficientes de determinación para cada temperatura de almacenamiento (3°C, 6°C y 25 °C) los cuales son de Orden Cero por presentar valores mayores (R^2).

Tabla 32

Coeficientes de determinación para cada temperatura de almacenamiento.

Característica	Temperatura (°C)	R^2
pH	3	0.83
	6	0.8976
	25	0.9669
°Brix	3	0.8824
	6	0.9846
	25	0.9757
Acidez	3	0.9952
	6	0.9514
	25	0.9968

Las pendientes de las gráficas 10, 11 y 12 equivalen a la constante de velocidad de reacción (K) porque son de orden cero, además graficando el logaritmo natural de K contra el inverso de la temperatura, se obtiene:

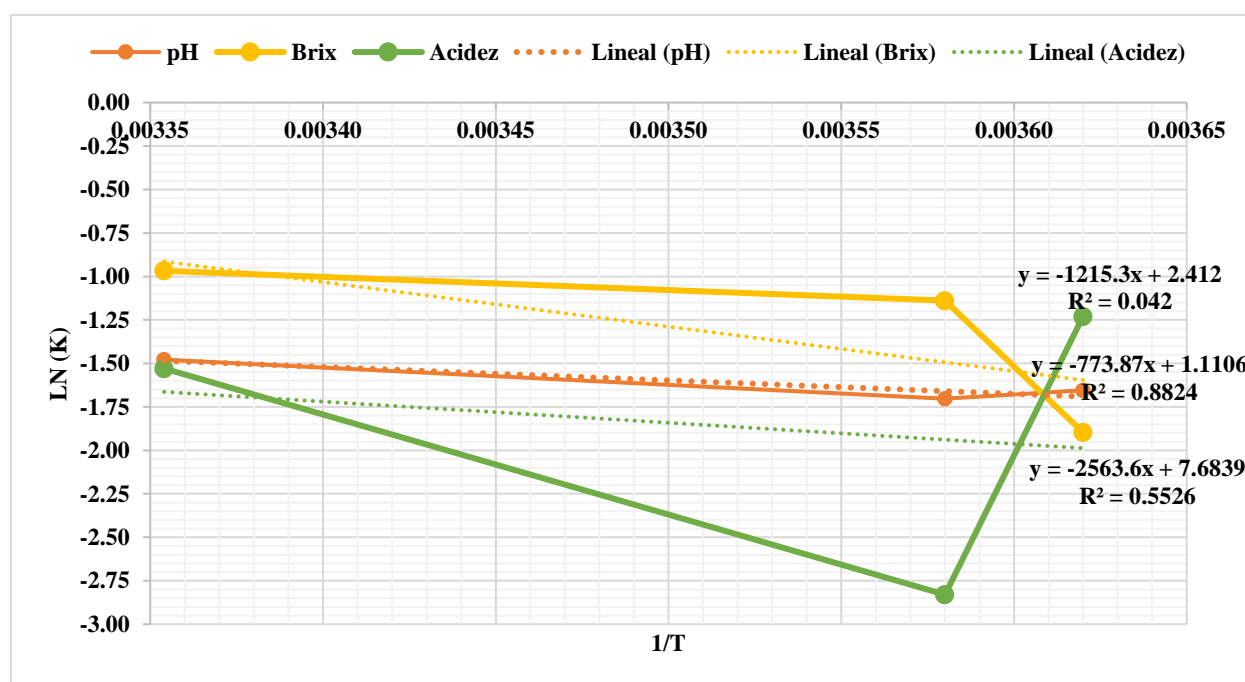
Tabla 33

Constantes de velocidad de reacción (K)

Parámetros	pH			°Brix			Acidez		
T (°C)	3	6	25	3	6	25	3	6	25
T (°K)	276.15	279.15	298.15	276.15	279.15	298.15	276.15	279.15	298.15
Constante K	0.1913	0.1821	0.228	0.15	0.32	0.38	0.293	0.059	0.216
1/T	0.00362	0.00358	0.00335	0.00362	0.00358	0.00335	0.00362	0.00358	0.00335
LN(K)	-1.65	-1.70	-1.48	-1.90	-1.14	-0.97	-1.23	-2.83	-1.53

Figura 15

Variación de la constante de velocidad de reacción (K) con la temperatura.



Con las pendientes de la Figura 13 y los términos independientes, se obtiene la energía de activación (E_A) y el factor (k_0) aplicando la siguiente ecuación:

$$\ln k = \ln k_0 - \frac{E_A}{R} \frac{1}{T}$$

Tabla 34

Energía de activación (E_A) de las características fisicoquímicas.

Parámetro	pH	°Brix	Acidez
Pendiente	773.87	1215.3	2563.6
R	8.314	8.314	8.314
E_A	6434.0	10104.0	21313.8
$\ln k_0$	1.1106	2.412	7.6839
k_0	3.036179556	11.15625135	2173.078272

Con los datos obtenidos en la tabla anterior sirven para recalcular el valor de la constante de reacción (K) para las temperaturas de almacenamiento de cada característica fisicoquímica, utilizando la siguiente ecuación:

$$K_T = k_0 e^{-\frac{E_A}{RT}}$$

Tabla 35

Constante de reacción K_T

	pH				°Brix			Acidez	
E_A/R	2.80	2.77	2.60	4.40	4.35	4.08	9.28	9.18	8.60
K_T	1.84	1.90	2.27	1.37	1.43	1.89	2.02	2.23	4.01
	E-01	E-01	E-01	E-01	E-01	E-01	E-01	E-01	E-01

Finalmente, para calcular la vida útil de la bebida fermentada se despeja t de la siguiente fórmula:

$$\frac{dQ}{dt} = K(A)^n$$

$$\frac{dQ}{dt} = -K$$

$$A = A_0 - kt$$

Despejando t para orden cero ($n = 0$) se obtiene:

$$t = -\frac{A_0 - A}{K}$$

Para reemplazar los valores iniciales y finales de las características fisicoquímicas, se obtiene:

Tabla 36*Resultados de la vida útil de la bebida fermentada.*

Parámetros	pH			°Brix			Acidez		
T (°C)	3	6	25	3	6	25	3	6	25
T(días)	20	19	14	22	16	10	12	12	5

En una bebida fermentada, el proceso y tiempo de fermentación, las materias primas y las condiciones del SCOBY son responsables de la descomposición de la sacarosa por enzimas mediante la hidrólisis produciendo glucosa y fructosa quienes a su vez con ayuda de las bacterias se convierten en ácido glucónico y ácido acético respectivamente; por lo que mantener las condiciones óptimas de fermentación permiten que la bebida sea ligeramente ácida y refrescante, garantizando su consumo durante su almacenamiento (Llavisaca, 2021).

(Tinoco, 2019) elaboró una bebida fermentada tipo yogur a base de lactosuero con harina de tocosh y guanábana, evaluándola durante 15 días a 4°C, 10°C y 24°C a través de sus características fisicoquímicas para determinar la vida útil; obteniendo un promedio de 21 días (pH) y 13 días (acidez) en las 3 temperaturas de almacenamiento; en la investigación se obtuvo un promedio de 18 días (pH) y 10 días (acidez) siendo resultados similares debido a que las temperaturas fueron también parecidas.

Un estudio reciente evaluó la estabilidad de kombucha de té negro durante almacenamiento prolongado en refrigeración. Después de nueve meses de conservación a baja temperatura y en oscuridad, se encontró que el pH se mantuvo en un rango seguro para consumo (entre 2,5 y 4,2), aunque hubo una ligera subida del pH hacia el sexto mes, lo que indica algunas degradaciones químicas leves. Los contenidos de compuestos fenólicos y flavonoides también decrecieron con el tiempo, especialmente después de los cuatro meses, lo que puede afectar tanto los atributos sensoriales como los beneficios antioxidantes de la bebida (La Torre et al.,2022)

3.6.2 Evaluación de la vida útil mediante pruebas sensoriales

Tabla 37*Resultados de la evaluación del color durante el almacenamiento.*

T (°C)	Tiempo de almacenamiento (Semanas)			
	1	2	3	4
3	4.75	4.5	4.4	4.2

6	4.8	4.5	4.1	3.9
25	4.5	4.25	4.1	3.75

Figura 16

Resultados de la evaluación del color durante el almacenamiento.

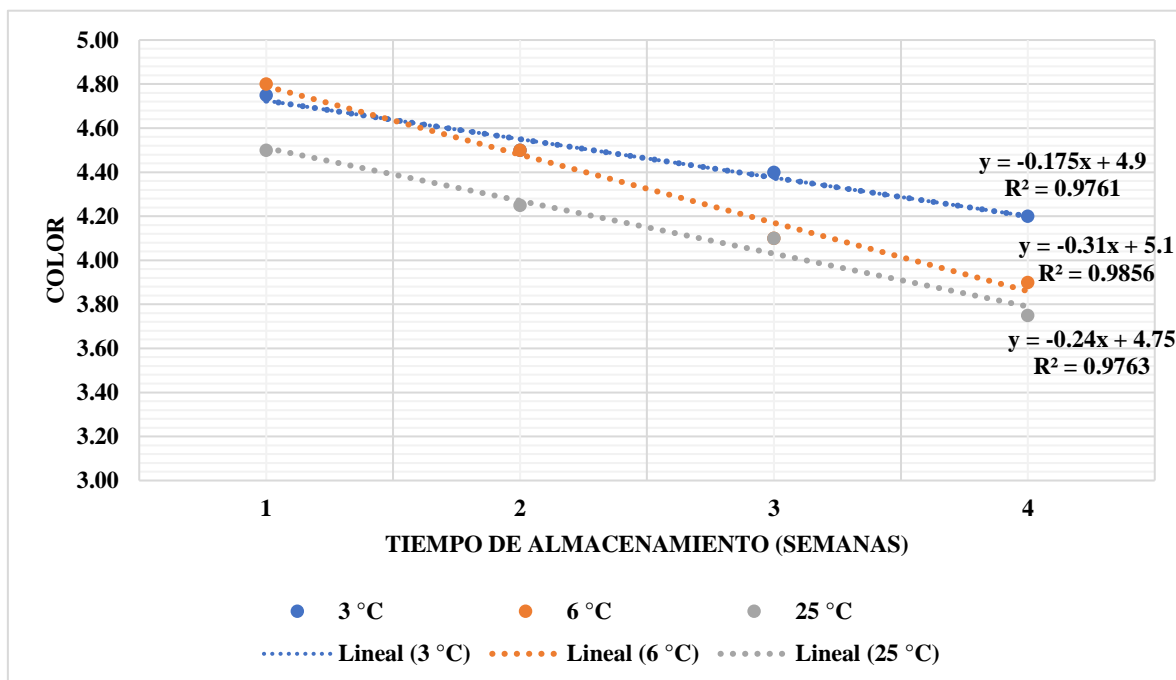


Tabla 38

Resultados de la evaluación del olor durante el almacenamiento.

T (°C)	Tiempo de almacenamiento (Semanas)			
	1	2	3	4
3	4.70	4.55	4.3	4.10
6	4.5	4.4	4.05	3.80
25	4.55	4.25	4	3.75

Figura 17

Resultados de la evaluación del olor durante el almacenamiento.

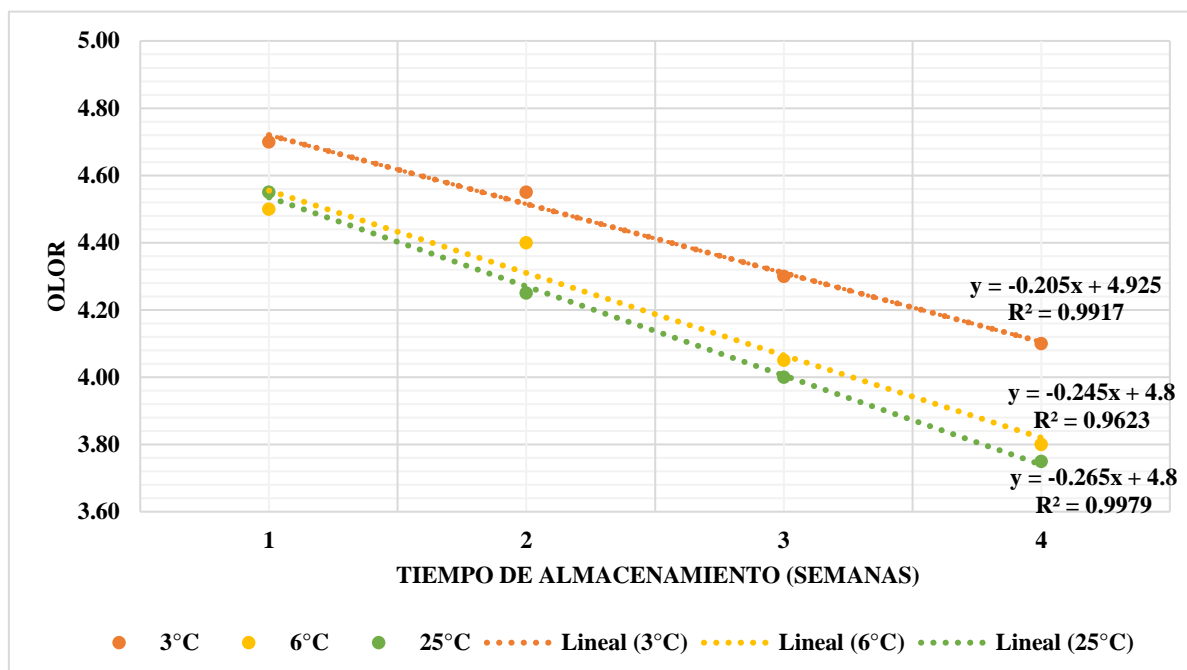


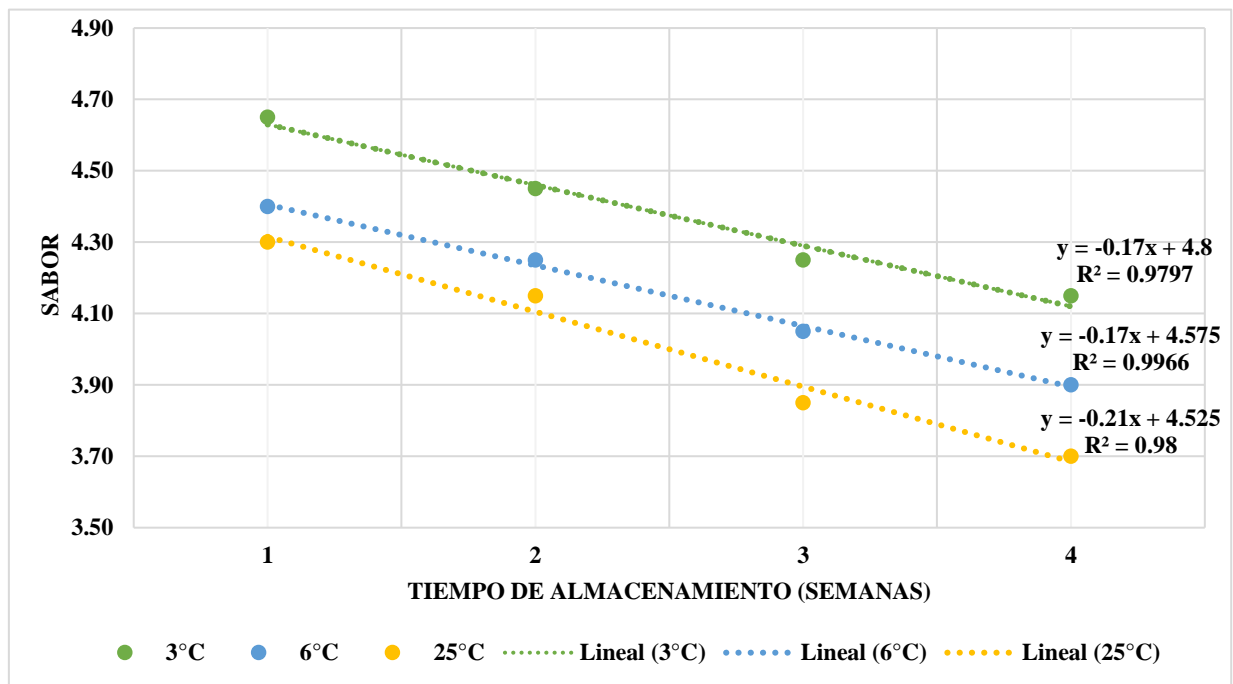
Tabla 39

Resultados de la evaluación del sabor durante el almacenamiento.

T (°C)	Tiempo de almacenamiento (Semanas)			
	1	2	3	4
3	4.65	4.45	4.25	4.15
6	4.4	4.25	4.05	3.9
25	4.3	4.15	3.85	3.7

Figura 18

Resultados de la evaluación del sabor durante el almacenamiento.



La Tabla 38 muestra los coeficientes de determinación para cada temperatura de almacenamiento (3°C, 6°C y 25 °C) los cuales son de Orden Cero por presentar valores mayores (R^2).

Tabla 40

Coeficientes de determinación para cada temperatura de almacenamiento.

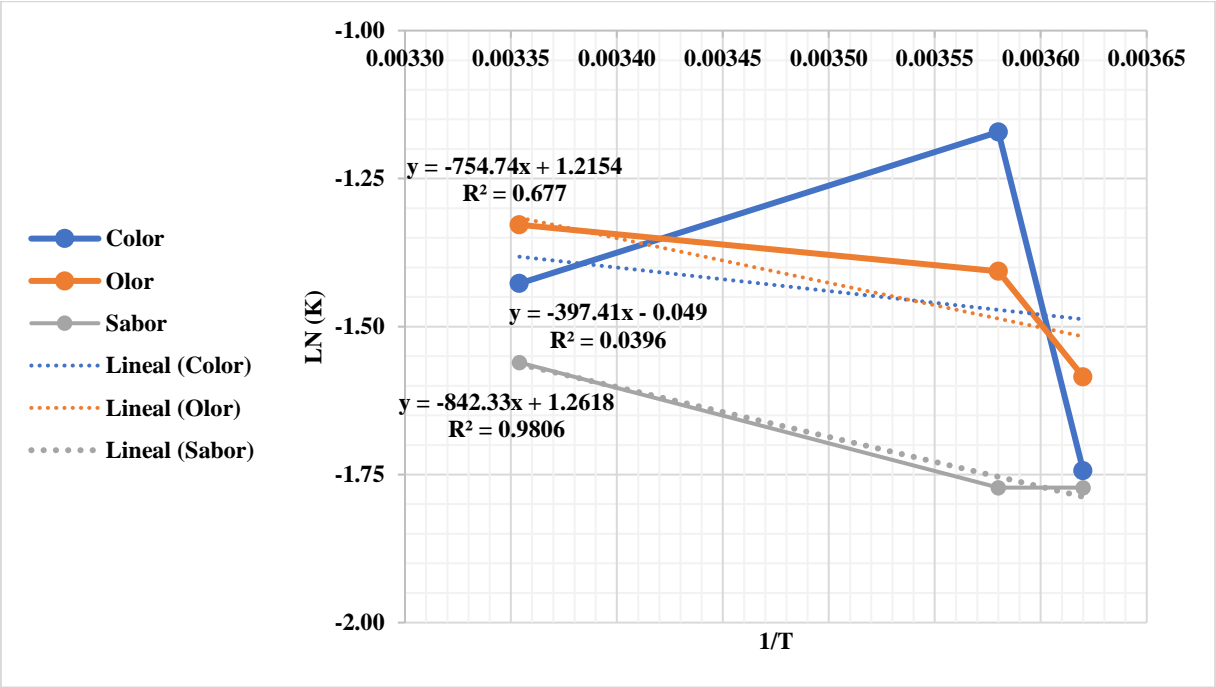
Característica	Temperatura (°C)	R ²
Color	3	0.9761
	6	0.9856
	25	0.9763
Olor	3	0.9917
	6	0.9623
	25	0.9979
Sabor	3	0.9797
	6	0.9966
	25	0.98

Las pendientes de las gráficas 14, 15 y 16 equivalen a la constante de velocidad de reacción (K) porque son de orden cero, además graficando el logaritmo natural de K contra el inverso de la temperatura, se obtiene:

Tabla 41
Constantes de velocidad de reacción (K)

Parámetros	Color			Olor			Sabor		
T (°C)	3	6	25	3	6	25	3	6	25
T (°K)	276.15	279.15	298.15	276.15	279.15	298.15	276.15	279.15	298.15
Constante K	0.175	0.31	0.24	0.205	0.245	0.265	0.17	0.17	0.21
1/T	0.00362	0.00358	0.00335	0.00362	0.00358	0.00335	0.00362	0.00358	0.00335
Ln(K)	-1.74	-1.17	-1.43	-1.58	-1.41	-1.33	-1.77	-1.77	-1.56

Figura 19
Variación de la constante de velocidad de reacción (K) con la temperatura.



Con las pendientes de la Figura 17 y los términos independientes, se obtiene la energía de activación (E_A) y el factor (k_0) aplicando la siguiente ecuación:

$$\ln k = \ln k_0 - \frac{E_A}{R} \frac{1}{T}$$

Tabla 42

Energía de activación (E_A) de las características sensoriales.

Parámetro	pH	Brix	Acidez
Pendiente	397.41	754.74	842.33
R	8.314	8.314	8.314
E_A	3304.1	6274.9	7003.1
$\ln k_0$	0.049	1.2154	1.2618
k_0	1.050220351	3.371642452	3.531772961

Con los datos obtenidos en la tabla anterior sirven para recalcular el valor de la constante de reacción (K) para las temperaturas de almacenamiento de cada característica sensorial, utilizando la siguiente ecuación:

$$K_T = k_0 e^{-\frac{E_A}{RT}}$$

Tabla 43

Constante de reacción K_T

	Color				Olor			Sabor	
E_A/RT	1.44	1.42	1.33	2.73	2.70	2.53	3.05	3.02	2.83
K_T	0.25E	0.25E	0.28E	0.22E	0.22E	0.27E	0.17E	0.17E	0.21E
	-01	-01	-01	-01	-01	-01	-01	-01	-01

Finalmente, para calcular la vida útil de la bebida fermentada se despeja t de la siguiente fórmula:

$$\frac{dQ}{dt} = K(A)^n$$

$$\frac{dQ}{dt} = -K$$

$$A = A_0 - kt$$

Despejando t para orden cero ($n = 0$) se obtiene:

$$t = -\frac{A_0 - A}{K}$$

Para reemplazar los valores iniciales y finales de las características sensoriales, se obtiene:

Tabla 44

Resultados de la vida útil de la bebida fermentada.

Parámetros	Color			Olor			Sabor		
T (°C)	3	6	25	3	6	25	3	6	25
T(días)	12	11	9	14	12	9	20	18	13

Las bebidas fermentadas durante su elaboración por acción de microorganismos son sometidas a un proceso de fermentación que interfieren en sus características sensoriales y en la prolongación del tiempo de vida útil a causa de la reducción del pH (Aguilar et al., 2023).

(Valdez et al., 2022) elaboraron una bebida funcional de lactosuero con pulpa y mesocarpio de *Passiflora mollissima* quienes evaluaron la bebida por 20 días a 10°C, 20°C y 30°C de almacenamiento; a través de la aceptabilidad sensorial del mejor tratamiento en una escala hedónica de 1 (me disgusta mucho) – 7 (me gusta mucho) para los atributos de color, olor, sabor y textura, obteniendo un promedio de vida útil de 8 días para cada temperatura y atributo; por lo contrario los resultados reportados en la investigación fueron diferentes, se obtuvo 9 días de vida útil para los atributos de color y olor a 25°C respectivamente, y 20 días para el atributo de sabor a 3°C de almacenamiento.

IV. CONCLUSIONES

- Se logró determinar la actividad antioxidante de las 9 formulaciones de la bebida fermentada, obteniendo valores inferiores en la **Formulación 8** (111.836 ± 0.000 $\mu\text{mol ET}/100\text{ml}$) con dilución 1:2 y proporción de 30% de pulpa de mango y 5% de pulpa de pitahaya amarilla; y valores superiores en la **Formulación 2** (265.657 ± 58.793 $\mu\text{mol ET}/100\text{ml}$) con dilución 1:2 y proporción de 20% de pulpa de mango y 15% de pulpa de pitahaya amarilla.
- Se logró determinar el contenido de polifenoles totales de la bebida fermentada, con valores desde 6.49 ± 0.13 mg GAE/100g en la **Formulación 5** con una dilución 1:2 y proporción de 25% de pulpa de mango y 10% de pulpa de pitahaya amarilla hasta 9.03 ± 0.59 mg GAE/100g en la **Formulación 7** en una dilución 1:1 y proporción de 30% de pulpa de mango y 5% de pulpa de pitahaya amarilla.
- Se determinó la formulación con mayor aceptabilidad, aplicando una evaluación sensorial a 20 panelistas semi – entrenados, evidenciando que no existe diferencias significativas entre los atributos de color y sabor en las 9 formulaciones, mientras que en el atributo de olor si existe una diferencia significativa entre las formulaciones, donde la formulación con mayor aceptación fue la **Formulación 7** (dilución 1:1 – 30% de pulpa de mango y 5% de pulpa de pitahaya amarilla).
- También se logró determinar la mejor formulación en función a la aceptabilidad sensorial, análisis fisicoquímicos y funcionales, siendo la **Formulación 7**, la cual permitió determinar el tiempo de vida útil de la bebida fermentada.
- Finalmente se determinó el tiempo de vida útil de la **Formulación 7**, a través de pruebas fisicoquímicas y sensoriales en 3 temperaturas de almacenamiento (3°C , 6°C y 25°C) durante 4 semanas; dando como resultado 22 días de vida útil a 3°C para el parámetro $^{\circ}\text{Brix}$ y el menor tiempo (5 días) en 25°C para el parámetro de acidez, y mediante la evaluación sensorial se obtuvo 20 días a 3°C evaluando el atributo del sabor y menor tiempo (9 días) para los atributos color y olor en 25°C de almacenamiento.

V. RECOMENDACIONES

- Se recomienda investigar nuevos insumos como sustratos para la elaboración del té kombucha y así incrementar el contenido de antioxidantes de la bebida fermentada.
- Se recomienda optimizar el proceso de elaboración de la bebida fermentada con equipos industriales para garantizar la inocuidad del producto final.
- Se recomienda continuar con la investigación sobre la optimización de los parámetros de fermentación, como temperatura, pH, concentración del sustrato o selección del microorganismo fermentador de la bebida fermentada para incrementar el contenido antioxidante y componentes bioactivos.

VI. REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

- Abaci, N., Senol Deniz, F. S., & Orhan, I. E. (2022). Kombucha – An ancient fermented beverage with desired bioactivities: A narrowed review. *Food Chemistry: X*, 14. <https://doi.org/10.1016/j.fochx.2022.100302>
- Adzni, S., Yong, W., Keong, S., Abdullah, R., & Peng, S. (2021). Fermentation and characterisation of potential kombucha cultures on papaya-based substrates. *LWT*, 151(June), 112060. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.112060>
- Aguilar, M., Ozuna, C., & Rodríguez, G. (2023). Bebidas fermentadas de leche de vaca o cabra: Comparación fisicoquímica, sensorial y de viabilidad probiótica. *Revista Ciencia e Innovación Agroalimentaria de La Universidad de Guanajuato*, 2(2), 38–57. <https://doi.org/10.15174/cia.v2i2.43>
- Anantachoke, N., Duangrat, R., Sutthiphatkul, T., Ochaikul, D., & Mangmool, S. (2023). Kombucha Beverages Produced from Fruits, Vegetables, and Plants: A Review on Their Pharmacological Activities and Health Benefits. *Foods*, 12(9). <https://doi.org/10.3390/foods12091818>
- Aragón, D. (2022). *Estudio de Tendencias de Mercado - MANGO*.
- Arias, A. y Quilapanta, A. (2020). Estudio De Almacenamiento Para Determinar La Vida Útil De Tres Bebidas Ancestrales Fermentadas De Bajo Contenido Alcohólico . Universidad Técnica De Cotopaxi . Recuperado de <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/4501/1/PI-000727.pdf>
- Bances, M., & Florencio, A. (2020). *Formulación y nivel de aceptabilidad de una bebida elaborada a Partir de Pitahaya (Selenicereus megalanthus)*.
- Beraún, M. (2021). *DETERMINACIÓN DE CARACTERÍSTICAS FISICOQUÍMICAS Y SU INCIDENCIA EN EL GRADO ALCOHÓLICO EN LA OBTENCIÓN DE LICOR DE PITAHAYA (Hylocereus megalanthus)*.
- Bortolomedi, B. M., Paglarini, C. S., & Brod, F. C. A. (2022). Bioactive compounds in kombucha: A review of substrate effect and fermentation conditions. *Food Chemistry*, 385. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2022.132719>

- Chavez, J., & Pérez, J. (2021). *EVALUACIÓN FÍSICOQUÍMICA, FUNCIONAL Y REOLÓGICA DE UN BATIDO A BASE DE CITRUS SINENSIS, MANGIFERA INDICA Y CUCUMIS SATIVUS*.
http://repositorio.uns.edu.pe/bitstream/handle/UNS/2690/42788.pdf?sequence=1&isAllowed=y%0Ahttps://www.uv.mx/personal/yvelasco/files/2012/08/Implicaciones_educativas_de_la_teor%C3%ADa_sociocultural_de_Vigotsky.pdf
- Costa, M. A., Duarte, V. S., Cardoso, R. R., José, S., De, V. P. B., Da Silva, B. P., et al. (2022). KOMBUCHAS from green and black tea modulate the gut microbiota and improve the intestinal health of Wistar rats fed a high-fat high-fructose diet. *Nutrients* 14:5234. doi: 10.3390/NU14245234
- Cubas, F. (2022). Efecto del Pretratamiento con Ácido Ascórbico en el Proceso de Deshidratación de Mango (*Mangifera Indica* L.), Variedad Edward en Diferentes Estados de Madurez. In *Tesis de Pregrado, Universidad Señor de Sipán. Perú*.
- da Silva, J., Magnani, M., Almeida, W., Suely, M., Souza, L., da Silva, G., Macedo, A., dos Santos, M., Chantelle, L., de Lima, I., & de Magalhães, A. (2021). Traditional and flavored kombuchas with pitanga and umbu-cajá pulps: Chemical properties, antioxidants, and bioactive compounds. *Food Bioscience*, 44(September).
<https://doi.org/10.1016/j.fbio.2021.101380>
- Dartora, B., Crepalde, L., Hickert, L., Fabricio, M., Zachia, A., Veras, F. F., Brandelli, A., Perez, K. J., & Sant'Anna, V. (2023). Kombuchas from black tea, green tea, and yerba-mate decocts: Perceived sensory map, emotions, and physicochemical parameters. *International Journal of Gastronomy and Food Science*, 33(June), 1–9.
<https://doi.org/10.1016/j.ijgfs.2023.100789>
- da Silva Alves, J., Parente de Carvalho Pires, B., Ferreira dos Santos, L., da Silva Ribeiro, T., Walsh, K. B., Akio Kido, E., & Tonetto de Freitas, S. (2025). Non-Destructive Detection of Current Internal Disorders and Prediction of Future Appearance in Mango Fruit Using Portable Vis-NIR Spectroscopy. *Horticulturae*, 11(7), 759. <https://doi.org/10.3390/horticulturae11070759>
- de Oliveira, F., Kawazaki, K., Gini, C., Martins, R., Cirone, N., & Efraim, P. (2024). Microbiological characterization of kombucha and biocellulose film produced with

- black tea and cocoa bean shell infusion. *Food Research International*, 190(June).
<https://doi.org/10.1016/j.foodres.2024.114568>
- Ferreira, J., Fernandez, L., Borges, C., Matsue, T., Alencar, K., Martins, A., Freitas, F., & Ribeiro, A. (2022). Kombucha: A review of substrates, regulations, composition, and biological properties. *Journal of Food Science*, 87(2), 503–527.
<https://doi.org/10.1111/1750-3841.16029>
- Gamboa, P., & Suyón, J. (2015). *EFFECTO DE LA LIOFILIZACIÓN CON ENCAPSULANTES SOBRE EL COMPORTAMIENTO REOLOGICO DE LA PULPA DE MANGO (Mangífera Indica L.) DE VARIEDAD EDWARD* (Vol. 1).
<http://repositorio.uns.edu.pe/bitstream/handle/UNS/2557/23177.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Giménez, J. (2021). *Caracterización de zumo y bagazo de Pitahaya y bioaccesibilidad de sus principales compuestos bioactivos*.
- Guerrero, A., Treviño, M., Báez, J., García, C., Luna, A., & Márquez, J. (2022). Fermentación de té verde con dextrosa y glucosa como fuentes de carbono para producir películas de celulosa microbiana. *Investigación y Desarrollo En Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 7(2022), 49–53.
- Huarachi, K., & Loza, R. (2016). *DETERMINACIÓN DE LOS PARÁMETROS TECNOLÓGICOS PARA LA OBTENCIÓN DE NÉCTAR CONCENTRADO DE MANGO (Mangifera indica l), CON ADICIÓN DE CHÍA (Salvia hispánica l) DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE 02 MARMITAS VOLCABLES SEMI - AUTOMATIZADAS, DE ACERO INOXIDABLE, PARA PAS*.
- Jakubczyk, K., Kałduńska, J., Kochman, J., & Janda, K. (2020). Chemical profile and antioxidant activity of the kombucha beverage derived from white, green, black and red tea. *Antioxidants*, 9(5). <https://doi.org/10.3390/antiox9050447>
- Jakubczyk, K., Kochman, J., Kwiatkowska, A., Kałduńska, J., Dec, K., Kawczuga, D., & Janda, K. (2020). Antioxidant Properties and Nutritional Composition of Matcha Green Tea. *Foods*, 9(4), 483. <https://doi.org/10.3390/foods9040483>
- Júnior, J. C. da S., Meireles Mafaldo, Í., de Lima Brito, I., & Tribuzy de Magalhães

- Cordeiro, A. M. (2022). Kombucha: Formulation, chemical composition, and therapeutic potentialities. *Current Research in Food Science*, 5, 360–365.
<https://doi.org/10.1016/j.crfs.2022.01.023>
- Llvisaca, P. (2021). *Elaboración de recetas de cocina experimental con base en kombucha de : ajo negro (Allium cepa), cacao (Theobroma cacao), hoja de higo (Ficus carica) y suero de leche.*
- Loredo, E., Cerqueira, M., Bendel, L., Ferreira, L., Alexandre, G., Azevedo, A., Miranda, E., & Mileib, C. (2022). Kombucha fermentation in blueberry (*Vaccinium myrtillus*) beverage and its in vivo gastroprotective effect: Preliminary study [Elsevier B.V.]. In *Future Foods* (Vol. 5, Issue January).
<https://doi.org/10.1016/j.fufo.2022.100129>
- Mathura S. R., Maharaj R., & Ratkovich N. (2025). Emerging trends in biopolymer edible coatings for enhancing the shelf life of neglected and underutilized crops. *Frontiers in Food Science & Technology*, 5:1641117.
[doi:10.3389/frfst.2025.1641117](https://doi.org/10.3389/frfst.2025.1641117)
- Mohd, R., Yi, X., Sin, L., Fazry, S., Airianah, B., Salam, A., & Joe, S. (2023). Recent trends in Kombucha: Conventional and alternative fermentation in development of novel beverage. *Food Bioscience*, 53(March), 102714.
<https://doi.org/10.1016/j.fbio.2023.102714>
- Mousavi, S. M., Hashemi, S. A., Zarei, M., Gholami, A., Lai, C. W., Chiang, W. H., Omidifar, N., Bahrani, S., & Mazraedoost, S. (2020). Recent Progress in Chemical Composition, Production, and Pharmaceutical Effects of Kombucha Beverage: A Complementary and Alternative Medicine. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 2020. <https://doi.org/10.1155/2020/4397543>
- Obregón, A., Elías, C., Contreras, E., Arias, G., & Bracamonte, M. (2021). Características fisicoquímicas, nutricionales y morfológicas de frutas nativas. *Revista de Investigaciones Altoandinas - Journal of High Andean Research*, 23(1), 17–25. <https://doi.org/10.18271/ria.2021.202>
- Obregón, A., & Lozano, G. (2021). Compuestos nutricionales y bioactivos de tres frutas provenientes de la sierra y la selva de Perú como fuente potencial de nutrientes

- para la alimentación humana. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 22(2).
https://doi.org/10.21930/RCTA.VOL22_NUM2_ART:1835
- Perez, D. (2024). *Evaluación de las variables de fermentación para la obtención de kombucha a partir de Cymbopogon citratus, Thymus vulgaris y Mentha spicata* (Vol. 4, Issue 02).
- Permatasari, H. K., Firani, N. K., Prijadi, B., Irnandi, D. F., Riawan, W., Yusuf, M., Amar, N., Chandra, L. A., Yusuf, V. M., Subali, A. D., & Nurkolis, F. (2022). Kombucha drink enriched with sea grapes (*Caulerpa racemosa*) as potential functional beverage to contrast obesity: An in vivo and in vitro approach. *Clinical Nutrition ESPEN*, 49, 232–240. <https://doi.org/10.1016/j.clnesp.2022.04.015>
- Sharifudin, S. A., Ho, W. Y., Yeap, S. K., Abdullah, R., & Koh, S. P. (2021). Fermentation and characterisation of potential kombucha cultures on papaya-based substrates. *LWT*, 151, 112060. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.112060>
- Quijije, A. (2021). *Estudio de parámetros de calidad y característica sensorial de dos variedades de pitahaya rosa (Hylocereus undatus), pitahaya amarilla (Selenicereus megalanthus) para su aplicación en procesos agroindustriales*. <https://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/6385>
- Quispe, E., Chávez, J., Medina, M., Loayza, L., & Apumayta, E. (2021). Chemical characterization, polyphenol content and antioxidant capacity of two pitahaya ecotypes (*Hylocereus* spp.). *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín*, 74(3), 9723–9734. <https://doi.org/10.15446/rfnam.v74n3.92821>
- Rezende, R., Oliveira, R., Thomaz dos Santos, C., Pimienta, T., Girotto, C., Azevedo, L., Duarte, H., Claudio, L., Larraz, M., & Ribeiro, F. (2020). Kombuchas from green and black teas have different phenolic profile, which impacts their antioxidant capacities, antibacterial and antiproliferative activities. *Food Research International*, 128(August 2019), 108782. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2019.108782>
- Tinoco, M. (2019). *Determinación de la vida útil de una bebida fermentada tipo Yogurt s base de lactosuero con harina de Tocosh (Annona muricata) Guanábana*.

Vanida Osiripun y Tarit Apisittiwong (2021). Polifenoles y actividades antioxidantes de la kombucha fermentada a partir de diferentes té y jugos de frutas. *Journal of Current Science and Technology* , 11 (2), 188-196. Recuperado de <https://ph04.tci-thaijo.org/index.php/JCST/article/view/390>

Valdez, D., Bermejo, C., Huayna, C., & Crisosto, A. (2022). ESTABILIDAD DE BEBIDA FUNCIONAL DE SUERO DESLACTOSADO CON *Passiflora mollissima* EN CONDICIONES TERMALES: UN ESTUDIO DE VIDA ÚTIL. *Ingeniería Investiga*, 4, e648.

Verona, A., Urcia, J., & Paucar, L. (2020). Pitahaya (*Hylocereus* spp.): Culture, physicochemical characteristics, nutritional composition, and bioactive compounds. *Scientia Agropecuaria*, 11(3), 439–453. <https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2020.03.16>

ANEXOS

Anexo 1. Caracterización fisicoquímica y funcional de las materias primas

Figura 20

Obtención de la pulpa de mango y pitahaya



Figura 21

Elaboración del té kombucha



Figura 22

Caracterización fisicoquímica de la pulpa de pitahaya amarilla



Figura 23

Caracterización fisicoquímica de la pulpa de mango



Figura 24

Evaluación fisicoquímica del té kombucha

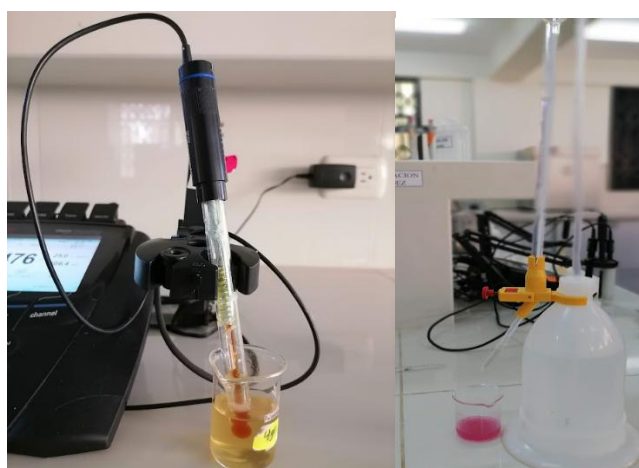


Figura 25

Preparación de los extractos de la materia prima



Figura 26

Evaluación de la Vitamina C de las materias primas

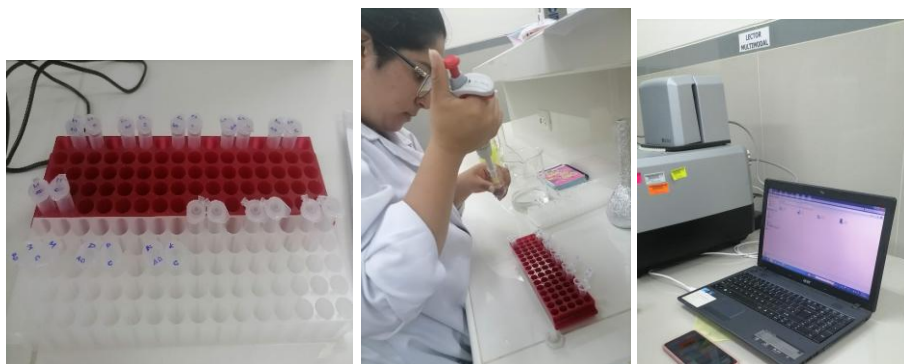


Figura 27

Evaluación de los polifenoles totales de las materias primas



Figura 28

Evaluación de la actividad antioxidante de las materias primas



Anexo 2. Elaboración de la bebida fermentada

Figura 29

Lavado y desinfección del mango y pitahaya



Figura 30

Pelado de la fruta.



Figura 31

Obtención y almacenamiento de la pulpa de las materias primas.



Figura 32
Té kombucha



Figura 33
Envasado y almacenamiento de la bebida fermentada



Anexo 3. Caracterización fisicoquímica de la bebida fermentada

Figura 34

Muestra de las 9 formulaciones de la bebida fermentada

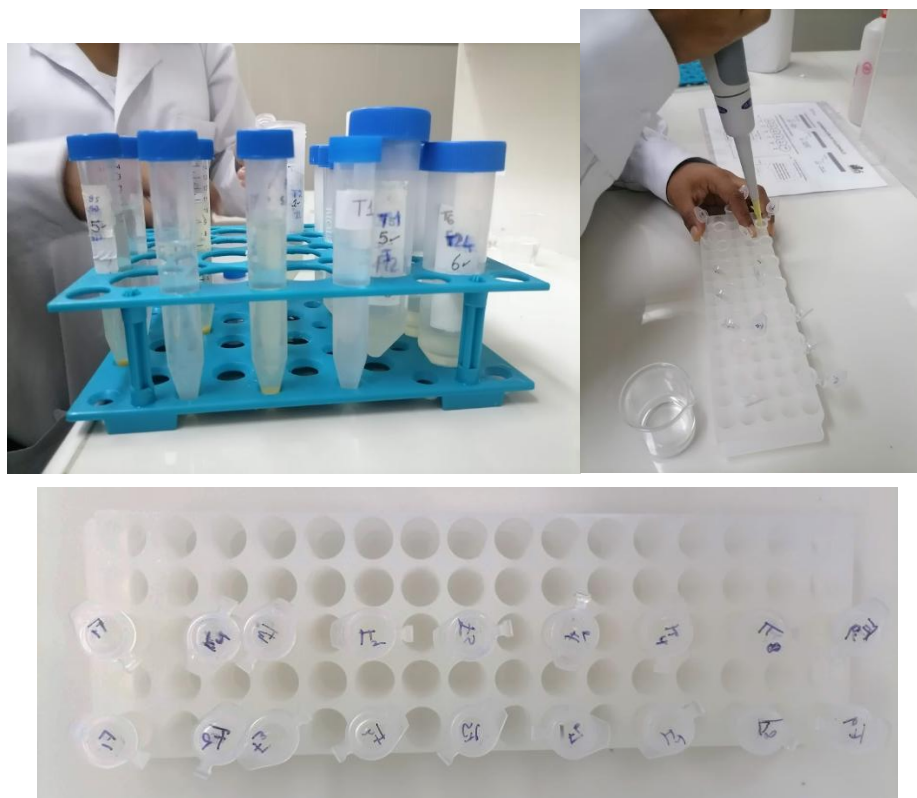


Figura 35

Evaluación fisicoquímica de la bebida fermentada (acidez, °Brix y pH)



Anexo 4. Determinación de polifenoles de la bebida fermentada



Anexo 5. Determinación de la actividad antioxidante de la bebida fermentada

Figura 36

DPPH y Trolox



Figura 37

Preparación de la curva de calibrado



Figura 38

Reactivo DPPH ajustado



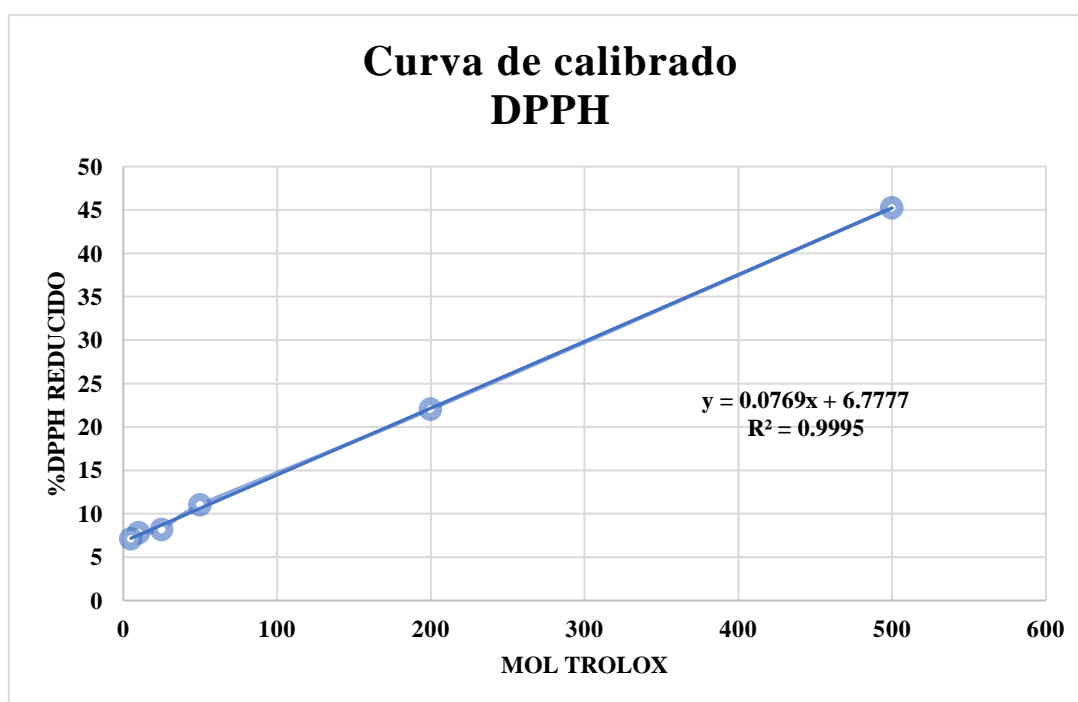
Tabla 45

Concentraciones y absorbancias de la curva de calibrado para la determinación de la capacidad antioxidante (DPPH).

Tubo	Concentración Trolox (μ Mol)	Absorbancia ajustada (515 nm)	%DPPH Reducido
8	500	0.733	45.261
6	200	0.731	22.038
4	50	0.631	11.019
3	25	0.621	8.175
2	10	0.523	7.819
1	5	0.503	7.109
Blanco	-	0.040	-

Figura 39

Curva de calibrado para la determinación de la capacidad antioxidante (DPPH)



Anexo 6. Evaluación sensorial de la bebida fermentada

Figura 40

Ficha de Evaluación Sensorial

FICHA N° 1: EVALUACIÓN SENSORIAL

"EFECTO DE *Mangifera Indica* L Y *hylocereus megalanthus* EN LA ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE Y VIDA UTIL DE UNA BEBIDA FERMENTADA"

Prueba sensorial de escala hedónica de 5 puntos:

Apellidos y Nombres:

Fecha: Ciclo:

Evalúe las siguientes muestras e indique el puntaje que crea conveniente usando la puntuación mostrada a continuación:

1	2	3	4	5
Me desagrada	Me desagrada poco	No me agrada ni me desagrada	Me agrada	Me agrada mucho

Marque con una (X) donde corresponda

BEBIDA FERMENTADA: F1

Escala Atributo	1	2	3	4	5
Color					
Olor					
Sabor					

BEBIDA FERMENTADA: F2

Escala Atributo	1	2	3	4	5
Color					
Olor					
Sabor					

BEBIDA FERMENTADA: F6

Escala Atributo	1	2	3	4	5
Color					
Olor					
Sabor					

BEBIDA FERMENTADA: F7

Escala Atributo	1	2	3	4	5
Color					
Olor					
Sabor					

BEBIDA FERMENTADA: F3

Escala Atributo	1	2	3	4	5
Color					
Olor					
Sabor					

BEBIDA FERMENTADA: F4

Escala Atributo	1	2	3	4	5
Color					
Olor					
Sabor					

BEBIDA FERMENTADA: F5

Escala Atributo	1	2	3	4	5
Color					
Olor					
Sabor					

BEBIDA FERMENTADA: F8

Escala Atributo	1	2	3	4	5
Color					
Olor					
Sabor					

BEBIDA FERMENTADA: F9

Escala Atributo	1	2	3	4	5
Color					
Olor					
Sabor					

Figura 41

Evaluación Sensorial de los panelistas



Anexo 7. Evaluación microbiológica de la bebida fermentada



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LE - 046



INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL N° 20240122-001

Pág. 1 de 1

SOLICITADO POR : ROSITA RUFINO EUSEBIO.
DIRECCIÓN : Urb. Carlos García Ronceros Mz. I Lote 31 Nuevo Chimbote.
NOMBRE DEL CONTACTO DEL CLIENTE : NO APLICA.
PRODUCTO (DECLARADO POR EL CLIENTE) : BEBIDA.
LUGAR DE MUESTREO : NO APLICA.
MÉTODO DE MUESTREO : NO APLICA.
PLAN DE MUESTREO : NO APLICA.
ACTA DE MUESTREO : NO APLICA.
CONDICIONES AMBIENTALES DURANTE EL MUESTREO : NO APLICA.
FECHA DE MUESTREO : NO APLICA.
CANTIDAD DE MUESTRA : 01 muestra
PRESENTACIÓN DE LA MUESTRA : En frasco de vidrio con tapa cerrada.
CONDICIÓN DE LA MUESTRA : En buen estado.
FECHA DE RECEPCIÓN : 2024-01-22
FECHA DE INICIO DEL ENSAYO : 2024-01-22
FECHA DE TÉRMINO DEL ENSAYO : 2024-01-27
ENSAYOS REALIZADOS EN : Laboratorio de Microbiología.
CÓDIGO COLECBI : SS 240122-1

RESULTADOS

ENSAYOS MICROBIOLÓGICOS

ENSAYOS	MUESTRA
	BEBIDA FERMENTADA
Aerobios Mésófilos (UFC/mL)	1,4x10 ⁶
Recuento de Mohos (UFC/mL)	<1
Recuento de Levaduras (UFC/mL)	5,0x10 ⁴
(*) Recuento de Coliformes (NMP/mL)	<3

(*) Los resultados obtenidos corresponden a métodos que no han sido acreditados por el INACAL - DA.

METODOLOGÍA EMPLEADA

Aerobios Mésófilos: ICMSF 1983 Reimpresión 2000 Vol I 2da Ed. Editorial Acribia - España pág.: 120 a 124. Enumeración de microorganismos aerobios mesófilos. Métodos de Recuento en Placa. Método 1 (Recuento estándar en Placa).

Recuento de Coliformes: ICMSF (Reimpresión 2000). Volumen 1. 2da Edición. Editorial Acribia. España. Pág.: 132 - 134. 1983 Recuento de Coliformes Método 1 (Norteamericano).

Recuento de Mohos, Levaduras: ICMSF 1983 Reimpresión 2000 Vol I 2da Ed. II Editorial Acribia - España pág.: 166 a 167. Método del Recuento de Levaduras y Mohos por siembra en placa en todo el medio.

NOTA:

- Informe de ensayo emitido en base a resultados de nuestro Laboratorio sobre muestras:
 - Proporcionadas por el Solicitante (X)
 - Muestreadas por COLECBI S.A.C. ()
- COLECBI S.A.C. no es responsable del origen o fuente de la cual las muestras han sido tomadas y de la información proporcionada por el cliente.
- Los resultados presentados corresponden solo a la muestra/s ensayada/s, tal como se recibió.
- Estos resultados de ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.
- No afecto al proceso de Dirimencia por su perecibilidad y/o muestra única.
- El informe incluye diagrama, croquis o fotografías: SI () NO (X)
- Cuando el informe de ensayo ya emitido se haga una corrección o modificación se emitirá un nuevo informe de ensayo completo que haga referencia al informe que reemplaza. Los cambios se identificarán con letra negrita y cursiva.

Fecha de Emisión: Nuevo Chimbote, Enero 29 del 2023.

GVR/jms

LC-MP - HRIEVO
Rev. 10
Fecha 2023-09-15

EL INFORME NO SE DEBE REPRODUCIR SIN LA APROBACIÓN
DEL LABORATORIO, EXCEPTO EN SU TOTALIDAD

A. Gustavo Vargas Ramos
Gerente de Laboratorio
BIOLOGÍA MICROBIOLOGÍA
L.R.P. 1/8
COLECBI S.A.C.

FIN DEL INFORME

COLECBI S.A.C.

Urb. Buenos Aires Mz. A - Lt. 7 I Etapa - Nuevo Chimbote - Teléfono: 043 310752
Celular: 998392893 - 998393974
e-mail: colecbi@speedy.com.pe / medioambiente_colecbi@speedy.com.pe
www.colecbi.com.

Anexo 8. Evaluación de la vida útil de la bebida fermentada

Figura 42

Ficha de la evaluación sensorial

FICHA N° 2: EVALUACIÓN SENSORIAL – VIDA UTIL

"EFECTO DE *Mangifera Indica*.L Y *hylocereus megalanthus* EN LA ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE Y VIDA UTIL DE UNA BEBIDA FERMENTADA"

Prueba sensorial de escala hedónica de 5 puntos:

Apellidos y Nombres:

Fecha:

Ciclo:

Evalúe las siguientes muestras e indique el puntaje que crea conveniente usando la puntuación mostrada a continuación:

1	2	3	4	5
Me desagrada	Me desagrada poco	No me agrada ni me desagrada	Me agrada	Me agrada mucho

Marque con una (X) donde corresponda

TRATAMIENTO 1: 3°C

Escala Atributo	1	2	3	4	5
Color					
Olor					
Sabor					

TRATAMIENTO 2: 6°C

Escala Atributo	1	2	3	4	5
Color					
Olor					
Sabor					

TRATAMIENTO 3: 25°C

Escala Atributo	1	2	3	4	5
Color					
Olor					
Sabor					

Figura 43

Evaluación fisicoquímica durante el almacenamiento



Figura 44

T1(3°C), T2(6°C) y T3(25°C)



