



**FACULTAD DE CIENCIAS DE LOS  
ALIMENTOS**

**INGENIERÍA EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**

**EFFECTO DE LOS PARÁMETROS DE FERMENTACIÓN EN  
LAS CARACTERÍSTICAS DE KOMBUCHA CON *Aloe vera*  
*barbadensis***

Tesis para optar el título profesional de:  
**Ingeniero en Industrias Alimentarias**

AUTORES:

**Wong Manrique Katia**  
**Sarria Beltran Richard Arturo**

ASESORA:

Mgtr. **Huatuco Lozano Maribel Margot**

Lima, Perú

**2025**


## DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD

1. Somos autores del trabajo: **“Efecto de los parámetros de fermentación en las características de kombucha con Aloe vera (*Aloe barbadensis*)**, el mismo que presentamos ante la Universidad para optar el Título Profesional de: Ingeniero en Industrias Alimentarias.
2. El texto del trabajo final respeta y no vulnera los derechos de terceros, incluidos los derechos de propiedad intelectual. En tal sentido, no ha sido plagiado total ni parcialmente, se ha respetado las normas internacionales de citas y referencias de las fuentes consultadas, el Código de Ética y el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Le Cordon Bleu. Lo que ha sido corroborado por el asesor designado.
3. El texto del trabajo final que presentamos no ha sido publicado ni presentado antes en cualquier medio electrónico o físico.
4. La investigación, los resultados, datos, conclusiones y demás información presentada que atribuimos a nuestra autoría son veraces.
5. Declaro que el trabajo final cumple con todas las normas de la Universidad Le Cordon Bleu, habiendo sido revisado mediante el software antiplagio turnitin obteniendo un porcentaje de similitud de 16 %, el cual consta en el informe emitido por turnitin.
6. Declaro que en el trabajo final se ha utilizado inteligencia artificial para la mejora de la redacción en un porcentaje de 0 %, el cual consta en el informe emitido por turnitin.

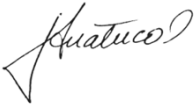
El incumplimiento de lo declarado da lugar a responsabilidad de los declarantes y del asesor, en consecuencia, a través del presente documento, asumimos frente a terceros, a la Universidad Le Cordon Bleu y/o la Administración Pública toda responsabilidad que pueda derivarse por el trabajo final presentado.

Fecha: 11 de Diciembre del 2024

Autores

Apellidos y nombres	Firma
Wong Manrique Katia	
Sarria Beltrán Richard Arturo	

Asesora:

Apellidos y nombres	Firma
Huatuco Lozano Maribel Margot	



UNIVERSIDAD LE CORDON BLEU  
ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

**TÍTULO DE LA TESIS:**

“EFECTO DE LOS PARÁMETROS DE FERMENTACIÓN EN LAS CARACTERÍSTICAS DE KOMBUCHA  
CON *Aloe vera barbadensis*”

**AUTORES:**

KATIA WONG MANRIQUE

RICHARD ARTURO SARRIA BELTRAN

D.N.I N° /C.E. N°	44914381 / 72661820
Financiamiento	Katia Wong Manrique y Richard Arturo Sarria Beltrán
Ubicación geográfica	Región Lima Lima Metropolitana – distrito Magdalena del Mar Región Lima
Duración de la investigación	Noviembre 2023 - Diciembre 2024 / año 2024

**ASESOR:**

Nombres y apellidos	D.N.I N° /C.E. N°	Código ORCID
Mg. MRIBEL MARGOT HUATUCO LOZANO	09943971	0000000165525252

**JURADO EXAMINADOR:**

Nombres y apellidos	Cargo	D.N.I N° /C.E. N°	Código ORCID
Dr. LUIS ALBERTO TARAMONA RUIZ	Presidente	18080491	0000000176703210
Mg. JORGE AMADOR LÓPEZ HERRERA	Primer Miembro	07446161	0000000308076096
Dr. OSCAR BENJAMIN JORDAN SUÁREZ	Segundo Miembro	43799665	0000000121807704





## UNIVERSIDAD LE CORDON BLEU

### ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

En la ciudad de Lima, Distrito de Magdalena del Mar, a las 12:00 horas del día 14 del mes de enero del año 2025, se reunió el Jurado Examinador de sustentación y defensa de la Tesis titulada "EFECTO DE LOS PARÁMETROS DE FERMENTACIÓN EN LAS CARACTERÍSTICAS DE KOMBUCHA CON *Aloe vera barbadensis*", presentado por los bachilleres **KATIA WONG MANRIQUE** y **RICHARD ARTURO SARRIA BELTRAN** para optar el título profesional de Ingeniero en Industrias Alimentarias; conformado por los profesores:

Presidente: Dr. Luis Alberto Taramona Ruiz

Primer Miembro: Mg. Jorge Amador López Herrera

Segundo Miembro: Dr. Oscar Benjamin Jordan Suárez

Instalado el Jurado Examinador, se procedió dar cumplimiento a las etapas:

- El Presidente del jurado invitó al sustentante a realizar su presentación por un tiempo no mayor de 30 minutos.
- Terminado la presentación de la Tesis, el jurado Examinador procedió a realizar preguntas sobre aquellos aspectos pertinentes para determinar los conocimientos sobre el tema y la ejecución de la tesis.
- Luego de escuchar las respuestas a las interrogantes formuladas, el jurado examinador deliberó en privado la calificación de la Tesis y su correspondiente defensa.
- Cada miembro del jurado examinador estableció individualmente su calificación de acuerdo al reglamento de grados y títulos.
- El Presidente del Jurado Examinador verificó la calificación de cada miembro y procedió a establecer la calificación de la tesis en escala vigesimal con la siguiente mención:

SOBRESALIENTE	20 -18 ( )
MUY BUENO	17- 16 ( )
BUENO	15 -13 (X)
DESAPROBADO	< 13 ( )

Finalmente, el Presidente del Jurado invitó al sustentante para recibir el veredicto de la calificación obtenida.

El Jurado Examinador deja constancia con su firma, que el veredicto final de calificación de la Tesis presentado por los Bach. **KATIA WONG MANRIQUE** y **RICHARD ARTURO SARRIA BELTRAN** es:

15 (Quince) - Bueno

concluye el acto académico, siendo las \_\_\_\_\_ horas del mismo día.

Presidente: Dr. LUIS ALBERTO TARAMONA RUIZ	
Primer Miembro: Mg. JORGE AMADOR LÓPEZ HERRERA	
Segundo Miembro: Dr. OSCAR BENJAMIN JORDAN SUÁREZ	



## **DEDICATORIA**

El siguiente trabajo esta dedicado a mi madre, quien se 5poyánd para hacerme una persona de bien y guiarme con mucho amor y disciplina y ser la persona que soy ahora. A mi hijo Alessandro que es el principal motivo de mi vida, y a mi familia que siempre estuvieron 5poyánd todo su apoyo y ahora pueden ver los frutos de mi perseverancia.

Katia Wong Manrique

A Dios, por brindarme la oportunidad de poder alcanzar un objetivo más, por guiarme y ayudarme en cumplir todos mis logros.

A mis padres, por su incondicional apoyo, por su amor y por hacerme tener siempre presente que uno puede lograr sus objetivos con mucha disciplina y perseverancia, y, sobre todo, por confiar en mí.

A mis hermanas Yésika, Sandra, Cindy, por haberme enseñado cosas muy importantes, por ayudarme y acompañarme en los momentos que más las necesité.

Richard Arturo Sarria Beltrán

## AGRADECIMIENTOS

Gracias a Dios por darme la vida, por darme la oportunidad de cumplir uno de los anhelos de mi corazón que es titularme como Ingeniera, agradecer a mi madre por ser la persona que siempre apoyó en mi, que nunca apoyando que baje la apoyánd y si soy lo que soy ahora, es gracias a ella.

A mis hermanos que entre bromas y risas siempre estuvieron apoyánd fuerzas, por sus sentimientos de apoyo, lucha y unión.

A mi tío Tito que es como mi padre, que siempre estuvo ahí apoyándome en todo, con sus ideas ingeniosas que siempre estuvieron ahí .

A la Biologa Maribel Huatuco por ser una brillante asesora, que no dudo en brindarme su apoyo y transmitirme sus conocimientos.

A la Ingeniera Carmen del Pilar Minaya por brindarme su tiempo en ayudarme en la elaboración de esta tesis.

Katia Wong Manrique

Agradezco enormemente a mi asesora Maribel Huatuco, por la confianza, paciencia y sus consejos que ayudaron en poder cumplir mis metas propuestas.

A mi madre Zoila María Beltrán Torres, quien siempre estuvo presente en cada momento, sea cual sea, siempre mostró su apoyo incondicional a ciegas en pro de poder alcanzar siempre cada objetivo.

A Yesenia Sanjinez, quien por ella evolucioné mucho como persona, quien, con sus consejos, nobleza y amistad incondicional, pude encaminarme hacia el término de mi carrera y demás objetivos trazados.

Richard Arturo Sarria Beltrán

## RESUMEN

El objetivo fue determinar el efecto de los parámetros de fermentación en las características fisicoquímicas y sensoriales de una kombucha con *Aloe vera*, variando el pH de la fermentación y la concentración de *Aloe vera*. Se formuló tres formulaciones distintas a diferentes concentraciones de porcentajes de jugo de Aloe vera (8, 12 y 16%) para poder encontrar la formulación óptima. A través de una prueba sensorial a un panel semi entrenado y no entrenado, siendo un total de 30 panelistas, se evaluó el sabor, olor, color y textura de cada formulación que se planteo para hallar la formulación óptima. Los resultados obtenidos fueron analizados con un método de análisis estadístico (ANOVA) a través del programa SPSS en combinación Tukey ( $p - \text{value} < 0.05$ ). Los resultados obtenidos revelaron que la kombucha con una concentración de *Aloe vera* al 12% fue la formulación óptima, mostrando diferencias significativas en comparación con las otras dos formulaciones. Posteriormente, se realizó un análisis proximal de la formulación óptima (*Aloe vera* 12%) obteniendo cenizas 0,03 mg/100ml, grasa 0,00 mg/100ml, humedad 95,08 g/100ml, proteína 0,01 (Nx6,25) g/100ml, carbohidratos 4,88 g/100ml y energía total 19,56 kcal/100ml. En conclusión la investigación demostró que la concentración de Aloe vera influye significativamente en las características sensoriales y fisicoquímicas de la kombucha. la formulación con 12% de Aloe vera resultó se la más aceptable para los consumidores.

**PALABRAS CLAVE:** Aloe vera, fermentación, Kombucha

## **ABSTRACT**

The objective was to determine the effect of the fermentation parameters on the physicochemical and sensory characteristics of a kombucha with Aloe vera, varying the pH of the fermentation and the concentration of Aloe vera. Three different formulations were formulated at different concentrations of Aloe vera juice percentages (8, 12 and 16%) to find the optimal formulation. Through a sensory test on a semi-trained and untrained panel, with a total of 30 panelists, the taste, smell, color and texture of each formulation that was proposed was evaluated to find the optimal formulation. The results obtained were analyzed with a statistical analysis method (ANOVA) through the SPSS program in Tukey combination ( $p$  – value  $< 0.05$ ). The results obtained revealed that kombucha with a 12% Aloe vera concentration was the optimal formulation, showing significant differences compared to the other two formulations. Subsequently, a proximal analysis of the optimal formulation (Aloe vera 12%) was carried out, obtaining ash 0.03 mg/100ml, fat 0.00 mg/100ml, humidity 95.08 g/100ml, protein 0.01 (Nx6.25) g/100ml, carbohydrates 4.88 g/100ml and total energy 19.56 kcal/100ml. In conclusion, the research showed that the concentration of Aloe vera significantly influences the sensory and physicochemical characteristics of kombucha. The formulation with 12% Aloe vera was the most acceptable to consumers.

**KEYWORDS:** Aloe vera, fermentation, Kombucha



## INDICE GENERAL

I.	INTRODUCCIÓN.....	1
II.	MARCO TEÓRICO.....	3
2.1.	Antecedentes de la investigación .....	3
2.2.	Bases teóricas .....	6
2.2.1.	Aloe vera.....	6
2.2.3.	Kombucha.....	11
2.3	Definición de términos .....	18
2.3.1.	Fermentación .....	18
2.3.2.	Kombucha.....	18
2.3.3.	SCOBY .....	18
2.3.4.	Celulosa Bacteriana en SCOBY .....	19
2.3.5	Análisis Sensorial .....	19
2.3.6	Aceptabilidad.....	19
III.	METODOLOGÍA .....	20
3.1.	Lugar de ejecución .....	20
3.2.	Materiales .....	20
	Materias primas, Insumos, Equipos, Instrumentos y Materiales.....	20
3.3.	Población y Muestra.....	21
3.4.	Diseño de Investigación .....	21
3.5.	Procedimiento.....	22
	El desarrollo de la investigación constó de 3 etapas. ....	22
3.5.1.	Primera etapa: .....	22
3.5.2.	Segunda etapa .....	28
3.5.3.	Tercera etapa.....	29
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	31
4.1	Evaluacion Sensorial .....	31
4.1.1	Análisis Estadístico.....	31

4.2 Análisis Proximal .....	37
V. CONCLUSIONES .....	39
VI. RECOMENDACIONES.....	40
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	41
7.1. ANEXOS.....	45

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Componentes químicos y nutricionales de la planta Aloe vera.....	9
Tabla 2. Algunos de los países productores de Aloe vera a nivel mundial .....	10
Tabla 3. Componentes químicos de la kombucha .....	12
Tabla 4. Proporción de té y azúcar utilizadas en la preparación de kombucha .....	15
Tabla 5. El impacto de las condiciones de fermentación en el contenido de compuestos bioactivos de kombucha .....	17
Tabla 6. Formulación de la kombucha con diferentes concentraciones de Aloe vera.....	21
Tabla 7. Asignación de códigos .....	29
Tabla 8. Análisis de varianza de las formulaciones de kombucha con Aloe vera para el atributo COLOR.....	31
Tabla 9. Cuadro de promedios de las muestras.....	32
Tabla 10. Análisis de varianza de las calificaciones de los 30 panelistas a las formulaciones para el atributo OLOR. ....	32
Tabla 11. Calculando el valor de Tukey de las 3 formulaciones .....	33
Tabla 12. Diferencias de medias de las 3 formulaciones.....	33
Tabla 13. Análisis de varianza de las formulaciones para el atributo TEXTURA.....	33
Tabla 14. Calculando el valor de Tukey de las 3 formulaciones .....	34
Tabla 15. Diferencia de medias de las 3 formulaciones .....	34
Tabla 16. Análisis de varianza de las calificaciones de los 30 panelistas a las formulaciones para el atributo SABOR.....	35
Tabla 17. Calculando el valor de Tukey .....	35
Tabla 18. Diferencia de medias .....	36
Tabla 19 Resultados de los Análisis Proximales de la kombucha al 12% .....	37

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1 Hoja entera y corte transversal del Aloe vera.....	7
Figura 2 Tipos de té verde para la elaboración de kombucha.....	14
Figura 3 Diseño experimental.....	22
Figura 4 Diagrama de Operaciones de Proceso: Elaboración de kombucha con Aloe vera....	26
Figura 5 Diagrama de Análisis de Procesos DAP .....	27
Figura 6 Ficha Sensorial en Escala Hedónica de 5 puntos .....	28
Figura 7 Panel semi entrenado realizando el analisis sensorial hedónico de kombuhca Aloe vera .....	29

## INDICE DE ANEXOS

Anexo 1 A. Gráfica de pH de kombucha original en el último día de la 1ra fermentación	
B. Gráfica del pH de kombucha con Aloe vera al 8, 12 y 16% en el último día de la 2da fermentación.....	45
Anexo 2 Galería de imágenes del proceso de Elaboración de kombucha con Aloe vera.....	46
Anexo 3 Evaluación Sensorial Hedónica.....	49
Anexo 4 Resultados de la prueba proximal de la kombucha de Aloe vera al 12% .....	50
Anexo 5 Resultados de la prueba hedónica de la muestra 296 (12% de Aloe vera).....	51
Anexo 6 Resultados de la prueba hedónica de la muestra 375 (16% de Aloe vera).....	52
Anexo 7 Resultados de la prueba hedónica de la muestra 547 (8% de Aloe vera).....	53
Anexo 8 Valores Críticos para la prueba de Tukey .....	54

## I. INTRODUCCIÓN

En los últimos años el sector agroalimentario y los consumidores han empezado a considerar a los alimentos funcionales dentro de su dieta diaria. No solamente escogen estos alimentos por su valor nutritivo, sino porque encuentran beneficios para su salud. Uno de los alimentos que se está considerando en el ámbito alimentario son las bebidas que aportan beneficios para el organismo (bebidas funcionales). Tenemos, por ejemplo, a la kombucha, que es una bebida elaborada a base de té verde fermentado, y estudios de investigación han comprobado que consumirla proporciona bienestar para nuestro organismo (Giron Yarasca et al., 2023).

La kombucha es una bebida funcional obtenida a partir de la fermentación de té endulzado, el cual puede ser té blanco, té verde, té rojo o té negro. La fermentación se inicia a partir de un cultivo simbiótico de bacterias y levaduras (SCOBY), que es utilizado como arrancador de fermentación, y pasa por tres procesos de fermentación: alcohólico, láctico y acético, en condiciones aerobias y anaerobias. Los tipos de té, se obtienen de la misma planta, *Camellia sinensis*, y su diferencia radica en los distintos procesos de vaporización, y, por consiguiente, su diferencia en el color, así como en el contenido de compuestos bioactivos que le brinda la capacidad antioxidante (Soares et al., 2021).

La actividad antioxidante que posee la kombucha ofrece diversos beneficios a la salud, debido a los productos formados a partir de las bacterias y levaduras del cultivo simbiótico. Estos productos son los ácidos orgánicos formados, tales como, ácido glucurónico, glucónico, láctico, acético, málico, oxálico, úsnico, que le confieren la capacidad antiinflamatoria, anticancerígena, antiviral, así como agente antiobesidad. Asimismo, ha mostrado tener capacidad inmunomoduladora, antiproliferativa, hipocolesterolémica, antihipertensiva, hipoglucémica y antimicrobiana (Bortolomedi et al., 2022).

Por otro lado, el *Aloe vera* es una planta utilizada en el ámbito cosmético, medicinal y alimentario. Existen trescientas especies de Aloe, de las cuales cuatro son las que presentan propiedades medicinales, y el *Aloe barbadensis miller* es el más utilizado en el ámbito medicinal. Los beneficios que brinda el Aloe vera radican en su acción desinfectante, antiviral, antibacterial, así como laxante, protector contra la radiación, antiinflamatorio e inmunoestimulador. Además, aporta beneficios en el área gastrointestinal frente a los desórdenes intestinales como estreñimiento, a su vez de ser antihemorroidal, cicatrizante, laxante y coletérica (Vega et al., 2005).

En la presente investigación el tema general que se desarrolló fue evaluar los “Efectos de los parámetros de fermentación en las características de kombucha con *Aloe vera barbadensis*”.

El problema general que se planteó fue ¿Cuáles serán los efectos de los parámetros de fermentación sobre las características de una bebida a base de kombucha con *Aloe vera* ?, Durante el desarrollo de la investigación se presentaron tres formulaciones de una bebida fermentada a base de kombucha con *Aloe vera* y se estandarizó el proceso. El objetivo de la investigación fue determinar el efecto de los parámetros de fermentación en las características fisicoquímicas y sensoriales de la formulación óptima de una bebida a base de kombucha con *Aloe vera* teniendo como variables la concentración de *Aloe vera*, usando distintos baremos en el proceso.

## II. MARCO TEÓRICO

### 2.1. Antecedentes de la investigación

Según Robles (2011), en su trabajo de investigación, tuvo cuatro etapas, en la primera etapa se elaboró la solución madre que fue su inóculo con un fermento de té, en la segunda etapa identificó los microorganismos que habitaban en su fermento y en la tercera y cuarta etapa cultivó el inóculo en el birreactor para la obtención de su producto final, del cual evaluó los parámetros de fermentación. Como resultado a los análisis del inóculo se identificó la presencia de levaduras de género *Hanseniaspora*, *Rhodotorula* y *Saccharomyces* y una bacteria acética del género *Acetobacter*. En el producto final evaluó el efecto de los parámetros de fermentación sobre las características fisicoquímicas y observó que la producción de ácido acético en los distintos tratamientos es directamente proporcional con el tiempo y temperatura de fermentación de la kombucha, pero el pH y los grados °Brix presentaron una relación inversa con la producción de acidez. Luego de realizar diversos análisis obtuvo que el tratamiento con código M-832 (8 g/l de té negro, tiempo de 36 horas y temperatura de 18°C de fermentación) reportó mejores características sensoriales y con parámetros fisicoquímicos de ácido acético de 5.1 g/l, pH de 3.4 y °Brix de 8.5.

Según Zubiolo et al (2022), el objetivo de su trabajo fue producir una bebida (kombucha) y realizar la caracterización fisicoquímica y microbiológica. Los parámetros que analizaron fue pH, acidez, compuestos fenólicos, azúcares reductores y azúcares reductores totales en diferentes tiempos de fermentación. Como resultado obtuvieron 23 aislamientos de levaduras, las que presentó un mayor nivel de confianza con el método que se aplicó, pertenecientes a la especie de *Saccharomyces cerevisiae* y géneros como *Dekkera*, *Zygosaccharomyces*. Concluyeron que su bebida tiene mejores propiedades funcionales tras la actividad aeróbica y fermentativa de los microorganismos presentes.

Según Cáceres (2020) en su investigación, tuvo como objetivo la obtención de un vino de copoazú y evaluar el efecto del pH y la concentración de azúcar del mosto en la etapa de fermentación alcohólica sobre las características fisicoquímicas y sensoriales. Para ello, se utilizó 4 tratamientos con diferentes baremos de pH y concentración de azúcar, 3.3-4.0, 20-24 °Brix respectivamente, por un periodo de 7 días a 25 °C. Los resultados fueron comparados con la Norma Técnica Peruana (NTP 212.014) e indicaron que el tratamiento 4 (pH 4 y 20°Brix) presentó una adecuada concentración de metanol (109 ml/L), con un pH de 3.54,



11.33 °Brix y 6.8 °GL. Se concluye que el efecto de dichos parámetros tuvo influencia significativa sobre las características fisicoquímicas y sensoriales y que estos fueron aceptables bajo los criterios de la NTP 212.014.

Según Sierra (2002), en su investigación, desarrolló un prototipo de bebida de sábila (*Aloe barbadensis*) y naranja. Su objetivo fue desarrollar un prototipo de bebida de sábila libre de aloína mezclada con jugo de naranja de sabor aceptable. La aloína es responsable del sabor amargo y astringente característico de la sábila, la autora de la investigación removió la aloína utilizando carbón activado y centrifugación y mezcló en proporciones iguales los jugos (aloe vera y naranja), añadiendo azúcar y benzoato de sodio. Al finalizar la investigación tuvo como resultado una bebida muy estable manteniendo la frescura del sabor.

Según Corzo-Barragán et al (2019), en su investigación, tuvo como objetivo diseñar un néctar con combinaciones frutales y vegetales, enriquecida con cápsulas de Aloe vera y vitamina C. Los autores plantearon tres formulaciones distintas, variando la cantidad de ingredientes en la mezcla. Seleccionaron el tratamiento más aceptable mediante una evaluación sensorial con un panel no entrenado donde el 50% de los panelistas mostraron preferencia por el tratamiento 1, la cual contenía: 13% de uva, 4% de espinaca, 3% de agraz y mora y 2% de yacón. Al tratamiento con mayor aceptación (T1) le analizaron los atributos fisicoquímicos, teniendo un pH de 2.96, 12.11°Brix, color y olor con apariencia normales y estables. Con el fin de enriquecer su producto, elaboraron cápsulas de Aloe vera y vitamina C para ser incorporadas en el néctar.

Según Pérez (2021), en su investigación tuvo como objetivo desarrollar una bebida de sábila (*Aloe barbadensis*) y jamaica (*Hibiscus sabdariffa*), para lo cual utilizó un diseño factorial de 3A \* 3B donde evaluó las concentraciones de sábila (2, 5 y 7%) y jamaica (0.5, 0.7 y 0.9%). También realizó un análisis microbiológico del mejor tratamiento donde determinó coliformes totales, mohos, levaduras y aerobios mesófilos. La bebida se desarrolló siguiendo un proceso tecnológico estándar que permitió determinar el mejor tratamiento según los análisis químicos, la cual fue el T6 (5% sábila y 0,9% jamaica), dando como resultados 7.5°Brix y un pH de 3,8. Realizaron un análisis sensorial y como resultado se dio que no existía diferencia significativa entre tratamientos, aceptándose todos los tratamientos.

Según Castillo & Villena (2020), en su investigación elaboró bebidas enriquecidas con trozos de sábila (Aloe vera) deshidratados por ósmosis, saborizadas con naranja y limón. Para el proceso de deshidratación osmótica utilizaron trozos de sábila de 0,5x0,5x0,5 cm y se sumergieron en soluciones hipertónicas de 50, 55 y 60 °Brix. Para las formulaciones utilizaron un 3% de trozos de sábila osmodeshidratadas para los dos ensayos, la cual empleó concentraciones de saborizante de 0,16, 0,2 y 0,24% para las bebidas sabor a naranja y concentración de saborizante de 0,05, 0,075 y 0,1% para las bebidas sabor a limón. Los mejores tratamientos fueron el T4 (55°Brix, 0,16% saborizante a naranja) y T6 (55°Brix, 0,1% saborizante a limón).

Según Lescano, (2015) el objetivo de su investigación fue de determinar las características físico químicas como: ph, acidez titulable, porcentaje de humedad, porcentaje de proteínas, grasas totales, cenizas, carbohidratos, energía total (Kcal), principios activos y la capacidad antioxidante de kombucha mediante el método de la oxidación de la L- adrenalina. Los resultados que obtuvo fueron los siguientes: ph (3.4), acidez titulable (0.38%), humedad (58,9%), proteínas (8,74%), grasas totales (0,21%), cenizas (0,14%), carbohidratos (32,01%) y en energía total (164,8 Kcal).

Según Hernández et al., (2021) en su artículo tuvo como objetivo evaluar la calidad sensorial y la aceptabilidad de diferentes productos alimenticios elaborados con adición de jugo de sábila y su relación con la dosis empleada. Para la evaluación sensorial se empleó un procedimiento analítico de Evaluación Sensorial, la aceptabilidad poblacional lo determinó con un promedio de 80 panelistas que eran consumidores habituales mediante el uso de una escala hedónica. Obtuvo como resultado que concentraciones de 5 a 7,5% de jugo de sábila obtuvieron un producto de buena calidad sensorial y buena aceptabilidad.

Según Montero (2022) el objetivo de su tesis fue elaborar una bebida probiótica utilizando diferentes niveles de pulpa de chirimoya (*Annona cherimola*), pepino dulce (*Solanum muricatum*) y kombucha. La bebida se elaboró con la pulpa de chirimoya al 5, 10 y 15%, pepino dulce al 10%, té negro 0,5%, agua y scoby al 5%, lo cual fue fermentada a temperatura ambiente de la ciudad de Riobamba 14 °C por 8 días. Se evaluó las características fisicoquímicas: pH, acidez, sólidos solubles y % de alcohol. En el aspecto microbiológico usaron la técnica de siembra por extensión en placa y profundidad; en el organoléptico, aplicaron una escala hedónica a 25 panelistas no entrenados. Como resultado se obtuvo que la

kombucha al 15% de pulpa de chirimoya generaba valores significativos en los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos de la bebida, mostrando un pH de rango 4 – 5, acidez 0,11 – 0,37 g/100ml de ácido acético, sólidos solubles de 4,88 – 1,62 °Brix y alcohol 1,02%.

## **2.2. Bases teóricas**

### 2.2.1. Aloe vera

#### *2.2.1.1. Origen y Distribución*

El Aloe vera es una de las plantas más antiguas conocidas en el mundo y cuenta con un aproximado de 360 especies. El nombre *Aloe vera* deriva del término árabe “alloeh” que significa “sustancia brillante y amarga”, debido al líquido amargo contenido en las hojas; y la palabra vera viene del latín y significa “verdad”. El área de su distribución natural de la planta no está debidamente clara, sin embargo, la primera clasificación fue realizada por el botánico Miller, quien reportó que el *Aloe barbadensis* Miller se originó en la isla de Barbados, el cual se introdujo al mundo como producto del comercio marítimo en el caribe (Domínguez et al., 2012).

#### *2.2.1.2. Clasificación Taxonómica*

Esta especie fue descrita por primera vez por Carl Linnaeus en 1753 (Christaki et al. 2010), quien sugirió la siguiente clasificación:

- Reino: Plantae
- Orden: Asparagales
- Familia: Asphodelaceae
- Género: Aloe
- Especie: Aloe vera

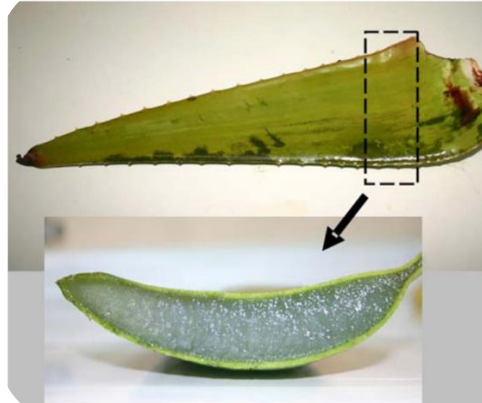
#### *2.2.1.3. Estructura del Aloe Vera*

La planta se compone de raíz, tallo, hojas y flores solo en época de floración. Sus hojas suelen crecer alrededor del tallo a niveles del suelo en forma de roseta, las cuales tienen formas lanceoladas y dentadas con pequeñas espinas que le sirven como protección. La corteza llega a representar un aproximado del 20 al 30% del peso de toda la planta y toda su estructura es de color verde o verde azulado. Estos colores dependen mucho del lugar, clima o nutrición que la planta pueda tener. El parénquima, conocido como la pulpa o gel, está localizada justo en la parte central de la hoja y llega a representar del 65 al 80% del peso total de la planta.

Entre la corteza y la pulpa (la cual ocupa toda la superficie interna de la hoja) se encuentran los conductos de aloína, que son una serie de canales longitudinales de pocos milímetros de diámetro por donde circula la savia de la planta, que es conocida como acíbar. Este acíbar se puede obtener dejando fluir el líquido por los conductos de aloína. La aloína tiene usos farmacéuticos como laxante (Domínguez et al., 2012).

### **Figura 1**

*Hoja entera y corta transversal de Aloe vera*



Nota. Extraído de Vega et al., (2005).

#### *2.2.1.4. Composición Química y Nutricional*

La composición química del Aloe vera, en especial el gel, depende mucho del tipo de especie, clima, tierra, método de cultivo, cosecha entre otros factores. Una de las características principales que presenta la planta es su alto contenido de agua (99 al 99,5%) y la composición sólida varía entre 0.5 al 1%. Dentro de la composición sólida de la planta, esta contiene más de 75 compuestos potencialmente activos, entre ellos 55% de polisacáridos, 17% de azúcares, 16% de minerales, 7% de proteínas, 4% de lípidos y el 1% de compuestos fenólicos (Castillo Valeria et al. 2020).

En la Tabla 1 se muestra la composición química y nutricional del Aloe vera, la cual está constituida por distintas mezclas complejas de compuestos y que más de 20 de estas sustancias poseen actividades benéficas para la salud.

#### *2.2.1.5. Producción*

Las condiciones en las que la producción del Aloe vera tiene mejor rendimiento son de contar con un clima caluroso, suelo adecuado, así como disponer con agua suficiente. Estas características las cuentan aquellos países favorecidos por situarse cerca a los trópicos.

México lidera la lista de los países a nivel mundial con mayor superficie cultivada de Aloe vera con 14000 hectáreas, seguido de Venezuela y China con 9800 y 6500 hectáreas, respectivamente. República Dominicana ocupa el tercer lugar como mayor productor iberoamericano con 3500 hectáreas, ocupando también el cuarto lugar a nivel mundial; sin embargo, Costa Rica, a pesar de contar con 520 hectáreas, ha logrado desarrollar mejor el negocio en Centroamérica, debido a la gran cantidad de industrias transformadoras (Moreno et al. 2012) . En la

*Tabla 2* se muestra la lista de los países productores de Aloe vera.

#### *2.2.1.6. Beneficios*

El *Aloe vera* es una planta que tiene múltiples beneficios, entre las cuales tenemos:

1. Calma y alivia la irritación

El gel que contiene el Aloe vera tiene propiedades antiinflamatorias y calmantes que pueden ayudar a aliviar la irritación de la piel causada por quemaduras solares, picaduras de insectos, eczemas y psoriasis.

2. Combate el envejecimiento en la piel

Esta planta contiene antioxidantes que pueden combatir los radicales libres y evitar el envejecimiento prematuro de la piel. Los antioxidantes contenidos en la planta tienen en su contenido colágeno y elastina, la cual promueve la elasticidad de la piel y reducen el envejecimiento de la misma.

3. Mejora la salud del cabello

Es beneficioso para la salud del cabello porque ayuda a mantenerlo hidratado, suave y saludable. Las propiedades acondicionadoras de la planta fortalecen y nutren el cabello promoviendo su crecimiento.

4. Promueve la salud digestiva

Reduce la inflamación y alivia los síntomas provocados por el síndrome del intestino irritable, también se usa tradicionalmente como remedio natural para la acidez estomacal y la indigestión (Farmatodo Blogs - Salud, Bienestar y Alimentación, s.f.).

#### *2.2.1.7. Propiedades*

El Aloe vera es una planta muy conocida por las propiedades que posee. Esta planta ha sido utilizada durante muchos siglos para poder tratar dolencias y promover la salud en general. Uno de los componentes que contiene la planta como el gel transparente que se encuentra al

interior de las hojas contiene una combinación única de nutrientes y compuestos bioactivos que le otorgan propiedades curativas impresionantes.

**Tabla 1**

*Componentes químicos y nutricionales de la planta Aloe vera*

COMPOSICIÓN	COMPUESTOS
ANTRAQUINONAS	Ácido aloético, Aloe-emodina, antranol, ácido cinámico, barbaloína, ácido crisofánico, emodina, eloe-emodin, éster de ácido cinámico, aloína A y B, isobarbaloína, antraceno, resistanol
VITAMINAS	Ácido fólico, vitamina B1, colina, vitamina B2, vitamina C, vitamina B3, vitamina E, vitamina B6, betacaroteno, alfa -tocoferol
MINERALES	Calcio, magnesio, potasio, zinc, sodio, cobre, hierro, manganeso, fósforo, cromo, cloro
CARBOHIDRATOS	Celulosa, galactosa, manano puro, glucosa, xilosa, manosa, arabinosa, aldopentosa, glucomanosa, fructuosa, acemanano, sustancias péptidas, L-ramnosa
ENZIMAS	Amilasa, ciclooxidasa, carboxipeptidasa, lipasa, bradikinasas, catalasa, oxidasa, fosfatasa alcalina, ciclooxigenasa, superóxido dismutasa, fosfoenolpiruvato carboxilasa
LIPIDOS Y COMPUESTOS ORGANICOS	Esteroides, ácido salicílico, sorbato de potasio, triglicéridos, lignina, ácido úrico, ácido araquidónico, saponinas, giberelina, triterpenos
AMINOÁCIDOS	Alanina, ácido aspártico, arginina, ácido glutámico, glicina, histidina, isoleucina, lisina, metionina, fenilalanina, prolina, tirosina, treonina, valina, hidroxiprolina, leucina.
PROTEÍNAS	Lectinas

Nota. Extraído de Domínguez et al., (2012); Castillo Valeria et al., (2020).

**Tabla 2***Algunos de los países productores de Aloe vera a nivel mundial*

PAÍS	HECTÁREAS CULTIVADAS	%
MÉXICO	14000	36.07
VENEZUELA	9800	25.25
CHINA	6500	16.75
REPÚBLICA DOMINICANA	3500	9.02
TAILANDIA	1500	3.86
ESTADOS UNIDOS	650	1.67
COSTA RICA	520	1.34
UGANDA	380	0.98
COLOMBIA	330	0.85
INDIA	300	0.77
BRASIL	290	0.75
MALASIA	270	0.7
ESPAÑA	250	0.64
GUATEMALA	200	0.52
AUSTRALIA	100	0.26
ARGENTINA	100	0.26
CHILE	70	0.18
ECUADOR	50	0.13
TOTAL	38810	100

Nota. Extraído de Moreno et al (2012).

- Propiedades antiinflamatorias

Esta planta es conocida por su capacidad de reducir la inflamación. Tiene compuestos como antraquinonas (aloína) y cromonas (aloesina), los cuales poseen fuertes efectos antiinflamatorios que ayudan a calmar la irritación y la hinchazón en diferentes partes del cuerpo (Castillo Valeria et al.2020).

- Propiedades cicatrizantes

El gel de Aloe vera tiene efectos cicatrizantes dando una mejora en heridas en forma dosis-dependiente, reduciendo el edema y el dolor (Domínguez et al., 2012).

- **Propiedades Antimicrobianas**

Los polisacáridos presentes en la planta como la aloemodina (antraquinona) actúa sobre el virus, dando como resultado la prevención de la adsorción del virus e impedir su replicación (Vega et al., 2005).

- **Propiedades como Alimento Funcional**

En los últimos años ha habido investigaciones sobre alimentos funcionales que aporten componentes nutritivos que favorecen y contribuyen a la mejora del estado de salud del consumidor. Una de las plantas que presenta esta propiedad es el Aloe vera. Se comenzó a utilizar extractos de esta planta como suplemento para alimentos funcionales, como en bebidas, jugos, infusiones, yogures, golosinas, entre otros. Desde que la sábila ha estado en la industria de los alimentos, ha emergido debido a que presenta múltiples beneficios para la fabricación de diversos productos (Castillo Valeria et al., 2020; Vega et al., 2005).

- **Propiedades Nutricionales**

El Aloe vera contiene varias vitaminas hidrosolubles como la tiamina (B1), la cual ayuda al cuerpo a convertir los alimentos en energía y ayuda en la actividad del corazón y el sistema cardiovascular. También contiene riboflavina (B2), que es una vitamina muy importante en el crecimiento corporal, en la producción de glóbulos rojos y en la liberación de energía de los carbohidratos. Asimismo, contiene niacina (B3), que ayuda a convertir a los alimentos en energía. Uno de las vitaminas hidrosolubles más importantes es el ácido fólico, porque en la actualidad se ha demostrado que la ingesta de este ácido previene malformaciones congénitas del Sistema Nervioso Central, lo que se puede traducir en abortos espontáneos en madres gestantes, muertes de bebés al nacer o en muertes durante el primer año de vida del infante (Vega et al., 2005).

### 2.2.3. Kombucha

Se cree que el té fermentado (kombucha) se utilizó por primera vez en el este de Asia donde se conocía como el té de la inmortalidad por sus beneficios terapéuticos en el año 220 a.C. Sin embargo, se originó en el noreste de China (Manchuria), donde fue adoptado durante la dinastía Qin por su efecto desintoxicante y propiedades energizantes. En el año 414 d.C, un médico llamado Kombu habría llevado té a Japón y lo utilizó para curar los problemas digestivos del emperador Inkyo, de ahí el nombre “kombucha” o “té de kombu”. A medida que el tiempo transcurrió, el comercio se expandió y fue difundido por todo el mundo, principalmente en



India y Rusia, donde fue utilizado como un remedio eficaz en sus comunidades rurales (Soares et al., 2021; Robles, 2011).

La kombucha es una bebida fermentada obtenida a partir de té endulzado y fermentado por un grupo simbiótico de bacterias y levaduras (SCOBY), la cual se obtiene una bebida con un sabor agridulce (Bortolomedi et al., 2022).

### 2.2.3.1. Composición de la kombucha

En los ensayos químicos de la kombucha que se han realizado en varias investigaciones pudieron observar la presencia de ácidos orgánicos como el ácido acético, glucurónico que es una de los mayores componentes de mayor importancia en la kombucha. También se ha podido observar ácido úsnico, azúcares, vitaminas hidrosolubles, aminoácidos, entre otros. Existen factores que pueden alterar y/o afectar la concentración y composición de los metabolitos, como por ejemplo el tiempo de fermentación, la concentración de azúcar, la concentración del té y el inóculo (SCOBY). En la siguiente Tabla 3 podemos ver a detalle los componentes químicos de la kombucha (Montero, 2022; Leal et al., 2018).

**Tabla 3**

*Componentes químicos de la kombucha*

	COMPUESTO	PROMEDIO DE COMPOSICIÓN	SACAROSA INICIAL	TIEMPO DE FERMENTACIÓN (días)
ÁCIDOS ORGÁNICOS	Ácido acético	5,6 g/L	70 g/L	15
	Ácido acético	8,36 g/L	100 g/L	18
	Ácido acético	11 g/L	100 g/L	30
	Ácido glucónico	39 g/L	100 g/L	60
	Ácido glucorónico	0,0160 g/L	70 g/L	21
	Ácido láctico	0,18 g/L	100 g/L	18
VITAMINAS	Vitamina B1	0,74 mg/ml	70 g/L	15
	Vitaminas B2	8 mg/100ml	70 g/L	10
	Vitaminas B6	0,52 mg/ml	70 g/L	15
	Vitaminas B12	0,84 mg/ml	70 g/L	15
	Vitaminas C	25 mg/ml	70 g/L	10
COMPUESTOS GENERALES	Etanol	5,5 g/L	100 g/L	20
	Proteína	3 mg/ml	100 g/L	12
	Polifenoles del té	GAE 7,8mm	100 g/L	15
MINERALES	Cu, Fe, Mn, Ni, Zn	0,1 a 0,4 µg/mL	70 g/L	15

Nota. Extraído de Montero (2022).

### 2.2.3.2. Obtención de kombucha

Para su elaboración se utilizan hojas procedentes de la planta *Camellia sinensis*, de la cual se utilizan tradicionalmente los tipos de té negro y verde, tanto individualmente o combinados, son los más utilizados para la preparación de la bebida. La diferencia entre ellas radica únicamente en el tipo de procesamiento al que se someten las hojas. En la figura 1 se observan los tipos de té utilizados en la preparación de kombucha (Coelho et al., 2020; Mohd Ariff et al., 2023).

Generalmente, la preparación de kombucha involucra principalmente una etapa de fermentación aeróbica y en distintas partes del mundo involucran una segunda etapa de fermentación anaeróbica tanto artesanal como comercialmente. Esta segunda fermentación consta de adición de frutas, hierbas o condimentos con el objetivo de poder aumentar la carbonatación y mejorar el sabor de la bebida kombucha, dándole un valor agregado a este (Mohd Ariff et al., 2023; Bortolomedi et al., 2022).

Para realizar la primera fermentación aeróbica, se agrega parte del biofilm celulósico (SCOBY) al té ya endulzado con un 10% de sacarosa y un 10 a 15% de kombucha previamente fermentada y se deja fermentar en un periodo de 7 a 12 días a temperatura ambiente (25°C aproximadamente). A esta temperatura existe un adecuado equilibrio de las actividades metabólicas de las bacterias junto con las levaduras, dando como resultado una bebida con sabor equilibrado de acidez y dulzor. El proceso de la segunda fermentación, anaeróbica, consiste en agregar saborizantes como frutas o jugos de frutas o hierbas aromáticas al té ya fermentado, poniéndolo a fermentar a temperatura ambiente durante 2 a 4 días más para obtener una carbonatación natural (Bortolomedi et al., 2022).

En general, la kombucha se prepara a base de té, agregándole azúcar que será el sustrato para las bacterias y levaduras fermentadores del té. En la Tabla 4 se muestran las proporciones de té y azúcar utilizadas comúnmente.

Antiguamente los chinos lograron perfeccionar las técnicas del procesamiento del té de kombucha, generando así diversos tipos. En la Figura 2 se observan los tipos de té:

- Té negro

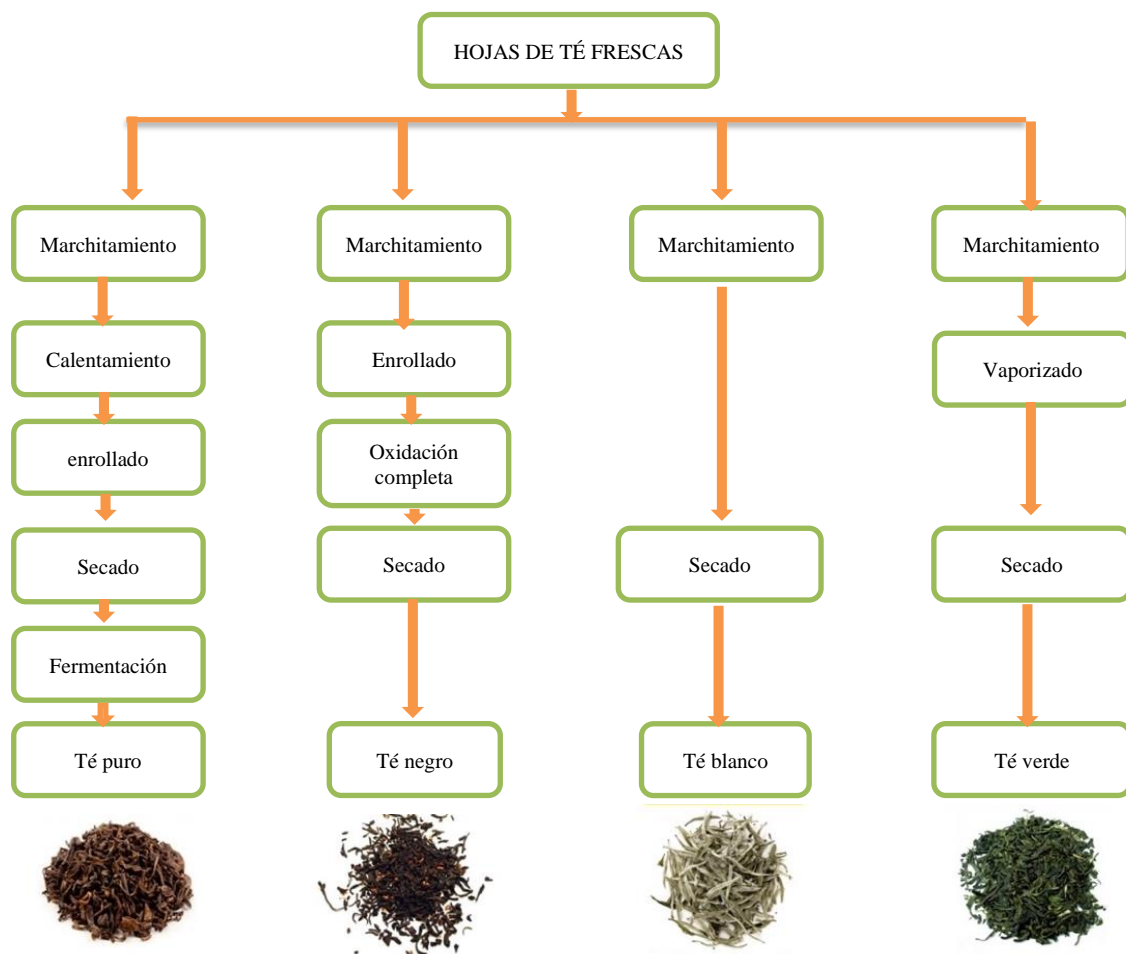
Es un té totalmente fermentado que se obtiene de hojas que se trituran y se dejan expuestas a alta humedad, provocando la oxidación de los polifenoles por la enzima polifenol-oxidasa (Coelho et al., 2020).

- Té verde

Para la producción de este té, antes del secado las hojas frescas se someten a vapor, de esta forma el calor inactiva las enzimas impidiendo la oxidación de las hojas. Además de estos té, el té oolong también se puede producir a partir de la oxidación parcial (10 - 70%) de hojas frescas de *Camellia sinensis* y té blanco, en el que las hojas frescas se someten a un rápido proceso de secado para evitar la oxidación (Coelho et al., 2020a).

**Figura 2**

*Tipos de té verde para elaboración de kombucha*



Nota. Adaptado de Jakubczyk et al., (2022).

### 2.2.3.3. Beneficios de la kombucha

Se conoce que la kombucha tiene varios beneficios para la salud. Estos, se dan gracias a la presencia de los microorganismos probióticos (bacterias acéticas y lácticas) contenidos en la bebida. Dichos beneficios constan de efectos antidiabéticos, anticancerígenos, tratamiento para

las úlceras gástricas, el colesterol alto, sistema inmunológico y funciones gastrointestinales (Laavanya et al., 2021; Leal et al., 2018).

**Tabla 4**

*Proporción de té y azúcar utilizadas en la preparación de kombucha*

Té (p/v)	Sacarosa (p/v)
0,5%	5%
5%	10%
0,8%	8%

Nota. Extraído de Coelho et al., (2020a).

#### 2.2.3.4. *Propiedades de la kombucha*

- Antimicrobianas

Varias investigaciones sobre la kombucha han demostrado la eficacia antimicrobiana contra las bacterias patógenas gram positivas y gram negativas. Esta actividad se atribuye principalmente a los ácidos orgánicos, en especial al ácido acético (Coelho et al., 2020; Leal et al., 2018; Bishop et al., 2022).

- Antioxidantes

Los antioxidantes que presenta la kombucha ayudan a prevenir el cáncer, a promover el sistema inmunológico, a aliviar la inflamación y artritis. Estas propiedades se atribuyen a los polifenoles producidos durante a fermentación y al efecto sinérgico de los diferentes compuestos que se encuentran en el té utilizado (Coelho et al., 2020; Jayabalan et al., 2014; Bishop et al., 2022).

- Anticancerígenas

Esta propiedad es gracias a la presencia de polifenoles en el té y los productos de degradación que se forman durante la fermentación. El mecanismo anticancerígeno consiste en: (1) inhibición de la mutación genética, (2) inhibición de la proliferación de células cancerosas, (3) inducción de apoptosis de células cancerosas y (4) el fin de la metástasis (Coelho et al., 2020; Jayabalan et al., 2014; Bishop et al., 2022).

#### 2.2.3.5. *Fermentación de la kombucha*

La fermentación se da bajo tres procesos de fermentación: alcohólico, láctico y acético. Las bacterias del cultivo simbiótico de bacterias y levaduras (SCOBY) producen ácido acético y las levaduras degradan la sacarosa en glucosa. Esta, sirve como sustrato para las bacterias del ácido láctico (BAL) y convertirla en ácido láctico (fermentación láctica). Asimismo, en la conversión a alcohol etílico en la fermentación alcohólica, lo que libera dióxido de carbono. Dicho etanol es oxidado a ácido acético y acetaldehído por las bacterias del ácido acético (fermentación acética) (Jakubczyk et al., 2022; Leal et al., 2018).

#### 2.2.3.6. *Condiciones de fermentación*

Bortolomedi et al., (2022) indica que el manejo de las condiciones de fermentación es clave en la producción de compuestos bioactivos específicos, ya que estos son los responsables de la actividad antioxidantes. En la tabla 5 se muestran los efectos de las condiciones de fermentación sobre los compuestos bioactivos.

##### a) Tipo y concentración de azúcar

Posee una influencia significativa en el contenido fenólico y ácidos orgánicos de la kombucha, lo que confiere actividad antioxidante. La sacarosa es la principal fuente de carbonos, que son necesarios para que los microorganismos completen sus procesos metabólicos (Bortolomedi et al., 2022).

##### b) Temperatura de fermentación

Para la elaboración de esta bebida la temperatura juega un papel muy importante en el proceso de la fermentación porque es un parámetro de proceso vital en la producción de kombucha. Existen recomendaciones sobre la temperatura, que debe oscilar en el rango de 22 – 28°C, sin embargo, otros autores comentan que también es posible la fermentación a temperatura de medio ambiente con rangos de 15 – 20 °C, y que eso va depender de las condiciones geográficas del lugar (Robles, 2011).

##### c) Tiempo de fermentación

En la fermentación el tiempo es un parámetro importante, debido a que de él depende el nivel de actividad antioxidante de la kombucha, puesto que con el tiempo se pueden generar ciertos compuestos bioactivos, así como pueden degradarse otros (Bortolomedi et al., 2022). El tiempo de fermentación adecuado para la elaboración de kombucha es de 7 días, ya que da mejores resultados respecto a propiedades antioxidantes. No se recomienda tiempos de

fermentación muy prolongados porque los ácidos orgánicos se acumularán y estos volverán una bebida no apta para el consumo, y muy aparte de ello, el dióxido de carbono producido por la fermentación comienza a acumularse en la biopelícula y el caldo del té, dando un impedimento de transferencia de nutrientes (Mohd Ariff et al., 2023).

**Tabla 5**

*El impacto de las condiciones de fermentación en el contenido de compuestos bioactivos de kombucha*

Condición de proceso	Sustrato	Parámetros de fermentación	Condiciones evaluadas	Impacto sobre compuestos bioactivos
Tipo o cantidad de azúcar	Té negro (12g/L)	14 días a 24 ± 3 °C	Azúcar de palma de coco y melaza	Presentó los compuestos fenólicos totales (TPC) más altos
	Té verde o negro, hojas de hierba luisa o hierbabuena (10 g/L)	21 días a 25 °C	Sacarosa (2.5 u 8%)	Las muestras con 8% de azúcar y después de 21 días de fermentación presentaron una actividad antibacteriana importante.
Temperatura	Té negro o verde (10 g/L)	21 días	20 – 30 °C	Se encontraron concentraciones más altas de ácidos glucónico y glucorónico en muestras fermentadas a 30 °C. El TPC aumento en té negro kombucha durante a 21 días
	Té verde y negro (2g/L de té verde y 4 g/L de té negro)	10 días	25 - 30 °C	El contenido de ácido glucurónico aumentó durante la fermentación a todas las temperaturas, alcanzando el valor más alto el día 10 de fermentación a 25 °C. Se observó una fuerte correlación positiva entre el tiempo de fermentación y el TPC.
Tiempo	Té verde, negro, blanco o rojo (8 g/L)	14 días a 28 ± 1 °C	1, 7 y 14 días	El contenido total de flavonoides fue mayor en el día 1 de fermentación.
	Té verde, oolong o negro (10 g/L)	15 días a 25 °C	0, 3, 6, 9, 12 y 15 días	Los niveles máximos de TPC se observaron en el día 3 de fermentación.

Nota. Extraído de Bortolomedi et al., (2022).

### 2.2.3.7. Situación de la kombucha en el Mercado

El mercado de bebidas y alimentos probióticos es uno de los sectores que tienen mayor crecimiento en la industria alimentaria a nivel mundial. Llegó a alcanzar 2.500 millones de dólares estadounidenses en el 2020 en compra de equipos alimentarios e ingredientes probióticos, y es por eso que existen varios artículos científicos dedicados a la investigación de sus efectos terapéuticos. La popularidad de la kombucha ha crecido en estas dos últimas décadas y la producción comercial se ha visto aumentada notablemente a nivel mundial, en especial en Estados Unidos. En el 2016, EE.UU. representó aproximadamente el 51% de las ventas en todo el mundo. Su valor de mercado global se estimó que fue de 1800 millones de dólares para el 2020 y la tasa de crecimiento anual compuesto osciló entre el 14 y el 25%. Se espera un moderado crecimiento en América Latina en los próximos años, siendo Brasil uno de los países de mayor demanda, seguido por Venezuela y Argentina (Soares et al., 2021).

## 2.3 Definición de términos

### 2.3.1. Fermentación

Es un proceso de liberación de energía bajo oxidación incompleta. Este tipo de catabolismo parcial se realiza en condiciones anaerobias. Los electrones de las coenzimas reducidas son cedidas no al oxígeno, sino a compuestos orgánicos, los cuales son reducidos y originando un producto característico de cada fermentación (láctica, alcohólica, etc.) (Robles, 2011).

### 2.3.2. Kombucha

Es una bebida fermentada de origen asiático. Sin embargo, ha ganado popularidad en Occidente debido a sus efectos terapéuticos, como antimicrobiano, antioxidante, anticancerígeno, antidiabético, entre otros. La bebida tradicional se elabora a partir de la fermentación, originalmente de té negro endulzado (*Camellia sinensis*). Sin embargo, también se pueden utilizar otros tipos de té para su preparación (Coelho et al., 2020).

### 2.3.3. SCOBY

Es un cultivo simbiótico de bacterias y levaduras. Es una esfera zoogleal celulósica tridimensional con la presencia de una relación simbiótica en las bacterias del ácido acético y las especies de levaduras osmófilas (Laavanya et al., 2021) y es utilizada como un arrancador de fermentación. El desarrollo y composición del contenido microbiano del SCOBY es afectado cualitativa y cuantitativamente por las condiciones de fermentación como

concentración de azúcar, tiempo y temperatura. Se han encontrado ocho principales comunidades microbianas pertenecientes a *Gluconacetobacter sacharivorans*, *Acetobacter sp.*, *Gluconacetobacter sp.*, *Gluconacetobacter europaeus*, *Acetobacter aceti*, *Lactobacillus fermentum*, *Sacharomyces cerevisiae* y *Arxula adenivorans* (Soares et al., 2021).

#### 2.3.4. Celulosa Bacteriana en SCOBY

El SCOBY es un tipo de celulosa bacteriana como todas las otras cepas únicas de celulosa bacteriana producidas comercialmente. Algunas de sus características como la estructura básica, el proceso biosintético seguido por la bacteria y el propósito de la síntesis de este exopolisacárido son similares, porque, aunque el SCOBY es un cultivo simbiótico, la celulosa bacteriana es producida únicamente por bacterias. Esta biopelícula que se produce por la bacteria ayuda a adherir y proteger las células de condiciones desfavorables como las radiaciones ultravioletas o la alta presión hidrostática. La celulosa producida por la bacteria está hecha de microfibrillas que son 100 veces más pequeñas en comparación a una celulosa vegetal (Laavanya et al., 2021).

#### 2.3.5 Análisis Sensorial

Es una disciplina científica que se enfoca en evaluar las características de un producto a través de los sentidos humanos, la cual puede ser percibida por los sentidos de la vista, olfato, gusto, tacto y oído en algunas veces (Ramírez - Navas, 2014).

#### 2.3.6 Aceptabilidad

Se refiere al grado en que un producto es apreciado o gusta a un grupo de consumidores; es una medida subjetiva que refleja la preferencia del consumidor por un producto en particular, teniendo en cuenta sus características sensoriales como el sabor, aroma, textura, apariencia, etc (Ramírez - Navas, 2014).



### III. METODOLOGÍA

#### 3.1. Lugar de ejecución

La presente tesis se desarrolló en los laboratorios de microbiología de la Universidad Le Cordon Bleu ubicada en Av Salaverry 3180, Magdalena del Mar, Lima-Perú, durante noviembre del 2023 a Julio 2024,

#### 3.2. Materiales

*Materias primas, Insumos, Equipos, Instrumentos y Materiales*

a) Materias primas:

- SCOBY / arrancador
- Té verde deshidratado

b) Insumos:

- Azúcar blanca
- Agua filtrada
- Sábila (Aloe vera)
- Stevia

c) Equipos:

- Cocina de laboratorio
- Refrigeradora LG modelo GS65SPPN
- Licuadora OSTER

d) Instrumentos:

- Balanza Imperial (1 – 5 kg)
- pHmetro -2 Pro
- Refractómetro w/ATC Accuracy  $\pm$  0.5%
- Termómetro digital

e) Materiales:

- Cuchillos
- Tabla de picar
- Frascos de vidrio
- Olla de acero inoxidable

- Colador
- Cucharón
- Gasa
- Cuerda
- Botellas de vidrio
- Corcho

### 3.3. Población y Muestra

Los criterios de selección para el análisis sensorial de los productos y recopilación de datos se basaron en panelistas no entrenados entre consumidores típicos de productos fermentados y un panel semi-entrenado conformado por 4 personas que laboran en empresas que elaboran kombucha, que son vendidas en el mercado limeño. La población y muestra para la obtención de kombucha fue conformada por la producción 12 litros de kombucha de Aloe vera. Se consideró toda la producción obtenida como la muestra seleccionada para la obtención de las formulaciones con *Aloe vera*.

### 3.4. Diseño de Investigación

El diseño fue cuasi-experimental y se basó en 3 grupos de formulaciones de kombucha con distintas concentraciones de jugo de Aloe vera al 8, 12 y 16%. En la Tabla 6 se muestran las formulaciones.

**Tabla 6**

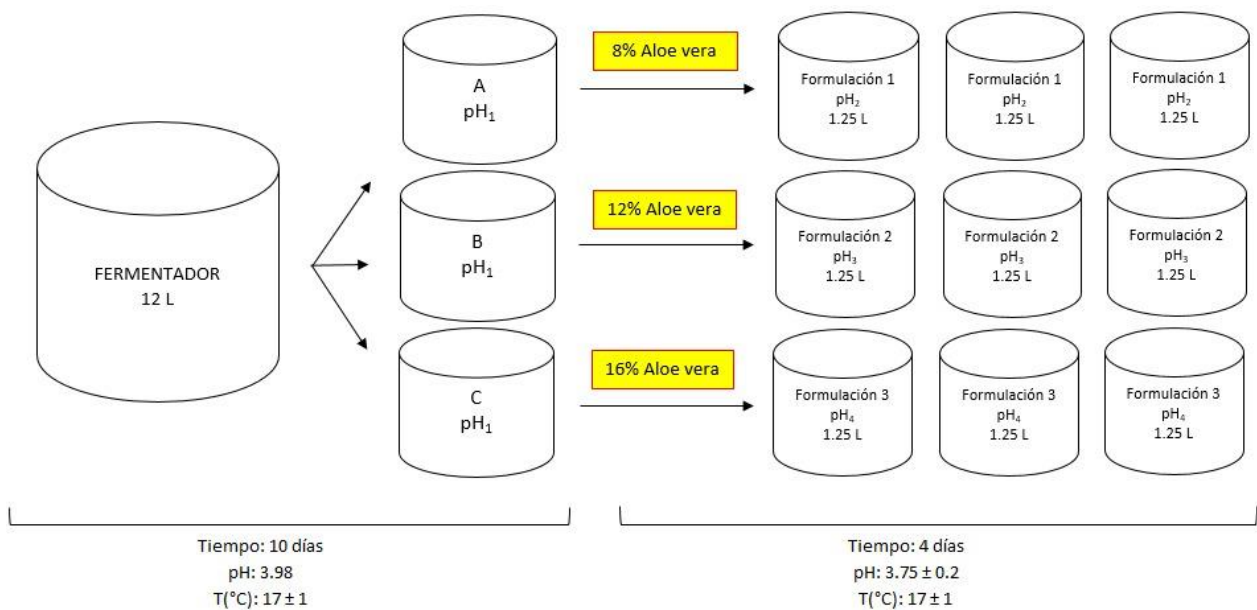
*Formulación de la kombucha con diferentes concentraciones de Aloe vera*

Factores	Formulación 1	Formulación 2	Formulación 3
Aloe vera (%)	8	12	16
Stevia (ml)	75	65	60

Una vez que se estableció el rango de concentraciones se desarrolló un diseño completamente aleatorizado (DCA), donde el volumen fue de 1.25 litros por envase (9 envases) para el desarrollo del diseño. Se realizó 3 repeticiones las cuales se seleccionaron de forma aleatoria las unidades experimentales de modo que se obtuvieron los 3 grupos experimentales, la cual se representa en la Figura 2.

**Figura 3**

*Diseño experimental de Procesos de Kombucha con Aloe vera*



### 3.5. Procedimiento

*El desarrollo de la investigación constó de 3 etapas.*

#### 3.5.1. Primera etapa:

##### 3.5.1.1. Estandarización

La primera etapa se basó en la estandarización y elaboración de la kombucha. Se procedió a realizar una prueba piloto en base a las investigaciones realizadas por Soares et al.(2021), que utilizó 10 gramos de hojas de té con 70 gramos de azúcar por cada litro de agua filtrada. Se calentó el agua hasta alcanzar la temperatura de 70 °C. Se agregó el té verde y se dejó reposar por 15 minutos para luego ser colado y se esperó a que enfriara a temperatura de ambiente (18 – 20°C). Luego, se agregó el cultivo iniciador (SCOBY) y con ello se inició la primera fermentación en función del control de los parámetros de fermentación pH, temperatura y tiempo.

##### 3.5.1.2. Elaboración de la kombucha

###### 3.5.1.2.1. Procesamiento del té verde y azúcar blanca:

###### 1. Recepción e Inspección

La recepción del té verde y azúcar blanca se realizó en las instalaciones de producción de una miniplanta de alimentos dedicada a elaboración de kombucha, localizada en

Surquillo. Asimismo, se realizó la inspección de calidad de estas materias primas en base a su aspecto, color y olor.

## 2. Transporte

Una vez que la inspección fue conforme se procedió a transportar el té verde y azúcar blanca a las instalaciones del laboratorio de la Universidad Le Cordon Bleu.

## 3. Pesado

Se pesaron el té verde y azúcar blanca según lo indicado por (Soares et al., 2021), lo cual fue de 10 g/L y 70 g/L, respectivamente.

## 4. Calentamiento

Para la infusión se calentó 4 litros de agua hasta alcanzar un rango de temperatura entre 70 y 80 °C.

## 5. Infusión

Una vez alcanzado el rango de temperatura deseado se agregó el té verde envuelto en una malla y se esperó 15 minutos para luego retirarlo (Lescano, 2015). Posterior a ello, se agregó el azúcar y se removió hasta disolver.

## 6. Enfriamiento

Luego de disolver el azúcar se esperó a que enfríe la infusión por debajo de los 40 °C para poder iniciar con la fermentación 1. Se agregó el agua restante (3.5 L), la cual se mantenía refrigerada para reducir el tiempo de enfriamiento.

## 7. Fermentación 1

Cuando la infusión se encontró por debajo de los 40 °C se agregó el SCOBY al 10% (1000gr) y se dio inicio a la primera fermentación (aerobia) en 2 envases de vidrio de 5 litros cada uno, la cual fermentó en un tiempo de 10 días. Se verificó que el pH se encuentre por debajo de los 4.2, para poder dar inicio con la fermentación 2 (Coelho et al., 2020).

## 8. Filtrado

Se empleó el uso de papel filtro a fin de retener los residuos (polvillo) de las hojas de té verde.

### A. *Elaboración de las formulaciones de Kombucha con Aloe vera*

Una vez estandarizado el proceso se elaboraron 3 formulaciones con un rango de pH y concentraciones de *Aloe vera* diferentes. En esta etapa se investigó el porcentaje a utilizar para las distintas formulaciones de kombucha de *Aloe vera*, y los valores seleccionados se

determinaron en base a la investigación de Hernández et al., (2021), donde elaboró una leche fermentada con adición de jugo de sábila en la que utilizaron las concentraciones de 10, 12.5 y 15%. Se procuró mantener un intervalo homogéneo y ampliar levemente el rango de concentraciones de jugo de sábila previamente indicado, de modo que el rango establecido para esta investigación se estipuló en 8, 12 y 16% de concentración de jugo Aloe vera.

*a) Procesamiento del Aloe vera*

1. Recepción e Inspección

La recepción del Aloe vera se realizó en el Mercado Lobaton, Lince. Asimismo, se realizó la inspección de calidad en base a su aspecto, color y olor.

2. Transporte

Una vez que la inspección fue conforme se procedió a transportar el aloe vera a las instalaciones del laboratorio de la Universidad Le Cordon Bleu.

3. Remojado

Se cortó la parte inferior de las pencas y se colocaron en un recipiente de vidrio con agua por 24 horas, a fin de eliminar la aloína contenida en las pencas (Pérez, 2021).

4. Lavado y desinfectado

Una vez transcurridas las 24 horas se lavó con abundante agua para la eliminación de sólidos por arrastre y se desinfectó en una disolución de hipoclorito de sodio al 3% por 15 minutos (Organización Mundial de la Propiedad Intelectual, 2008)

5. Cortado

Se procedió a cortar los laterales de las pencas

6. Fileteado

Según lo aplicado por Domínguez-Fernández (2012), mediante separación manual con un cuchillo se procedió a filetear el gel, procurando obtener solo el gel blanquecino, sin presencia de manchas amarillas (aloína).

7. Pesado

Se pesó la pulpa fileteada, dando un total de 1507 gramos.

8. Lavado

Se lavó la pulpa fileteada con abundante agua para eliminar posibles trazas de aloína.

9. Licuado

Se introdujo la pulpa en una licuadora y se procedió a licuar a máxima potencia por 2 minutos hasta obtener una consistencia homogénea (jugo de Aloe vera) (Domínguez et al., 2012).

*b) Mezcla de kombucha y jugo de Aloe vera*

1. Fermentación 2

Luego que se filtró el contenido de la fermentación 1, se vertió el mismo en envases de vidrio de 2 litros cada uno. En cada envase se logró añadir 1.25 litros, a los cuales se le adicionó el jugo de Aloe vera según las concentraciones establecidas de 8, 12, y 16 %. El tiempo de fermentación fue de 4 días y se verificó que se encuentre en el rango de pH 2.5 y 4.2. Esta fermentación se realizó de forma aerobia, en base a la experiencia laboral adquirida en un centro de labores dedicado a la producción de kombucha en Surquillo.

2. Filtrado

Se empleó el uso de papel filtro, a fin de retener los residuos sólidos diminutos de Aloe vera. Se separó cada concentración en recipientes distintos.

3. Edulcorado

Se preparó una solución de estevia para edulcorar la kombucha, siguiendo la relación de 10 gramos de estevia por cada 125 ml de agua. Una vez obtenida esta solución se agregó a las concentraciones de 8, 12, y 16%, 60, 65 y 75 ml de solución edulcorante, respectivamente.

4. Envasado

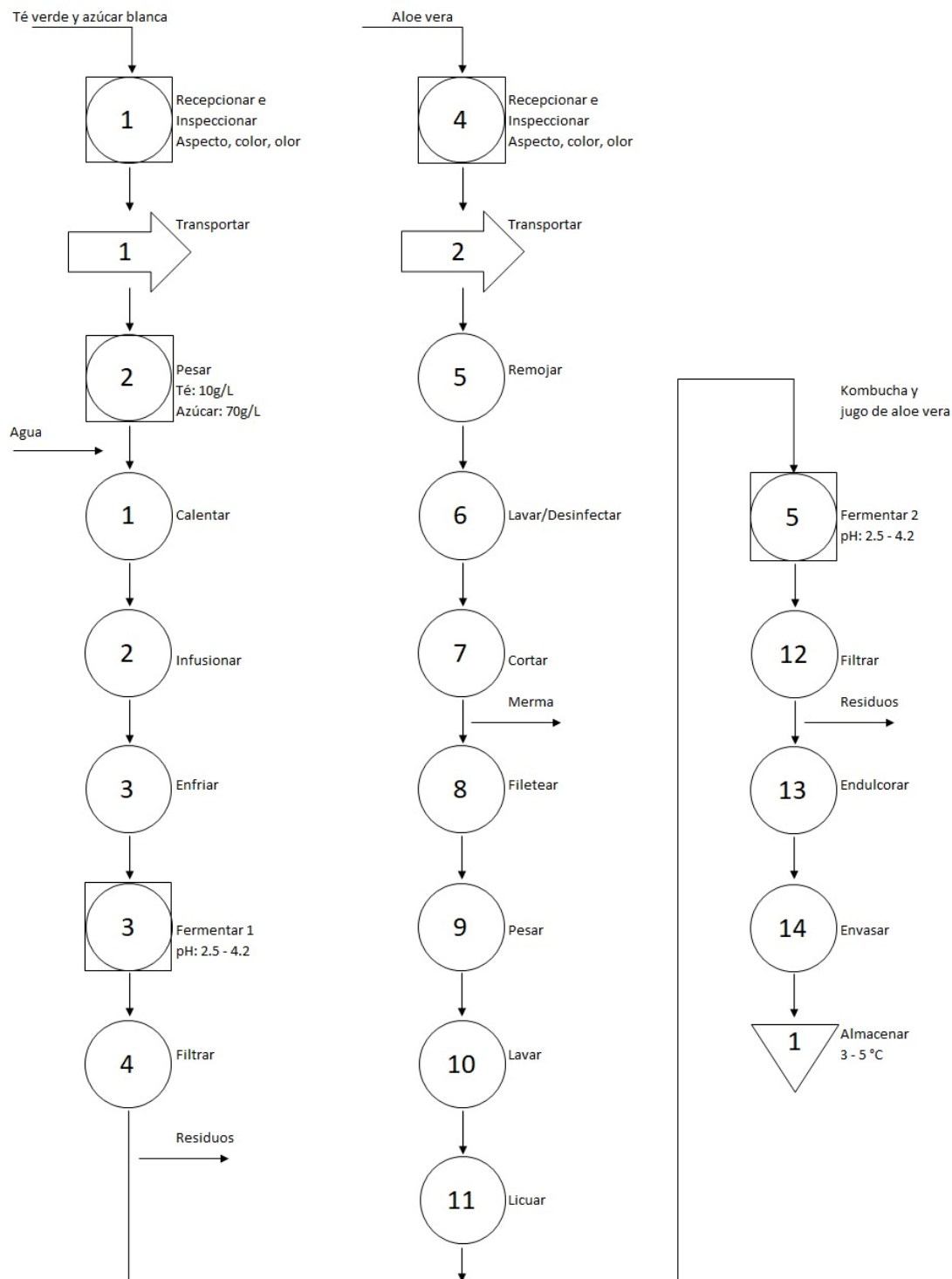
Se utilizaron botellas de 330 ml y corchos aglomerados para el envasado. Se obtuvo un total de 7 botellas de 8%, 8 botellas de 12% y 8 botellas de 16% de jugo de aloe vera.

5. Almacenamiento

Se almacenaron las botellas en refrigeración de 3 a 5 °C. El tiempo máximo de refrigeración recomendado fue de 45 días, en base a la experiencia laboral adquirida.

**Figura 4**

*Diagrama de Operaciones de Procesos: Elaboración de Kombucha con Aloe vera*



Nota. Elaboración propia.

En la Figura 4 se observa la estructura detallada de 22 etapas que son de vital importancia para diseñar una bebida a base de kombucha con Aloe vera.

**Figura 5**

*Diagrama de Análisis de Procesos DAP*

Diagrama de Análisis de Procesos DAP										
Proyecto	Efecto de los parámetros de fermentación sobre las características de una Kombucha con Aloe Vera.									
Producto	Kombucha con Aloe vera.									
Proceso	Producción de Kombucha con jugo de Aloe vera.									
Elaborado por	Arturo Sarria. Katia Wong.									
Resumen del DAP										
Actividad	Símbolo	Cantidad	Tiempo (min)	Distancia (m)						
Operación	○	13	1560	10.2						
Inspección	□	0	0	0						
Combinada	◻	5	20178	1.8						
Transporte	⇒	3	40	10870						
Demora	D	1	8	0						
Almacenamiento	▽	1	0							
Total		23	21786	10882						
Paso	Descripción	Símbolos					Tiempo (min)	Distancia (m)	Observaciones	
		○	□	◻	⇒	D	▽			
<b>TÉ VERDE Y AZÚCAR BLANCA</b>										
1	Recepcionar e Inspeccionar			X			8		Aspecto. Color. Olor.	
2	Transportar				X		25	7370		
3	Pesar el té y el azúcar según lo establecido			X			5	0.3	Té: 10g/L Azúcar: 70g/L	
4	Calentamiento el agua	X					25	5	Entre 70 y 80 °C	
5	Realizar la infusión de té	X					21	0.3	té: 15min	
6	Esperar a que enfríe la infusión					X	8		Por debajo de 40 °C	
7	Inicio de la fermentación 1			X			14400	0.5		
8	Filtrado	X					10	0.5	Filtrar polvillo del té	
<b>ALOE VERA</b>										
9	Recepcionar e Inspeccionar			X			5		Aspecto. Color. Olor.	
10	Transportar				X		15	3500		
11	Remojar las pencas de aloe vera	X					1440	0.3		
12	Lavado y desinfectado de las pencas	X					8	0.5		
13	Cortado	X					5	0.3		
14	Fileteado de la pulpa	X					2			
15	Pesado de la pulpa	X					1	0.5		
16	Lavado de la pulpa	X					1	0.5		
17	Licuar la pulpa	X					2	1		
<b>KOMBUCHA Y JUGO DE ALOE VERA</b>										
18	Inicio de la fermentación 2			X			5760	1		
19	Filtrado	X					12	0.5	Residuos de aloe vera	
20	Endulcorar	X					8	0.5		
21	Envasado	X					25	0.3		
22	Almacenamiento					X				
TOTAL		13	0	5	2	1	1	21786	10882	3-5 °C / 45 días máximo

Nota. Elaboración propia.

En la Figura 5 se observa la estructura detallada de vital importancia para diseñar una bebida a base de kombucha con Aloe vera.



### 3.5.2. Segunda etapa

#### B. Determinación de la formulación óptima de la kombucha con Aloe vera

Para esta segunda etapa se determinó la formulación óptima a partir de una evaluación sensorial con un panel no entrenado (consumidores típicos de productos fermentados) y un panel semi entrenado de 4 personas (personas que trabajan en empresas que elaboran kombucha vendidas en el mercado limeño) como se muestra en la Figura 6, donde el total de panelistas fue de 30 personas. El instrumento utilizado fue una escala hedónica de 5 puntos, como se muestra en la figura 5, la misma que se tomó como referencia a la utilizada por (Ramírez-Navas, 2014). Se asignaron códigos distintos a las bebidas de kombucha con *Aloe vera* según su concentración de jugo de aloe vera para la evaluación sensorial, como se presenta en la tabla 7, y se evaluaron y calificaron los atributos de la bebida como el color, sabor, aroma y textura. Para la evaluación sensorial se utilizaron 3 muestras de kombucha de *Aloe vera*, una por cada concentración, con el objetivo de obtener una formulación óptima y aceptable para el consumidor.

La escala hedónica de 5 puntos tuvo la siguiente clasificación:

- 1 punto: me disgusta mucho
- 2 puntos: me disgusta ligeramente
- 3 puntos: no me gusta ni me disgusta
- 4 puntos: me gusta ligeramente
- 5 puntos: me gusta mucho

### Figura 6

#### Ficha Sensorial en Escala Hedónica de 5 puntos

Nombre:																												
Fecha:																												
<b>INSTRUCCIONES</b>																												
Frente a usted se presentan tres muestras de kombucha de Aloe vera. Por favor observe y pruebe cada una de ellas, yendo de izquierda a derecha. Indique el grado en que le gusta o le disgusta cada atributo de cada muestra, de acuerdo con el puntaje/categoría, escribiendo el número correspondiente en la línea del código de la muestra.																												
<table border="1"><thead><tr><th>PUNTAJE</th><th>CATEGORÍA</th></tr></thead><tbody><tr><td>1</td><td>me disgusta mucho</td></tr><tr><td>2</td><td>me disgusta ligeramente</td></tr><tr><td>3</td><td>no me gusta ni me disgusta</td></tr><tr><td>4</td><td>me gusta ligeramente</td></tr><tr><td>5</td><td>me gusta mucho</td></tr></tbody></table>					PUNTAJE	CATEGORÍA	1	me disgusta mucho	2	me disgusta ligeramente	3	no me gusta ni me disgusta	4	me gusta ligeramente	5	me gusta mucho												
PUNTAJE	CATEGORÍA																											
1	me disgusta mucho																											
2	me disgusta ligeramente																											
3	no me gusta ni me disgusta																											
4	me gusta ligeramente																											
5	me gusta mucho																											
<table border="1"><thead><tr><th rowspan="2">CÓDIGO</th><th colspan="4">Calificación para cada atributo</th></tr><tr><th>OLOR</th><th>COLOR</th><th>SABOR</th><th>TEXTURA</th></tr></thead><tbody><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></tbody></table>					CÓDIGO	Calificación para cada atributo				OLOR	COLOR	SABOR	TEXTURA															
CÓDIGO	Calificación para cada atributo																											
	OLOR	COLOR	SABOR	TEXTURA																								

Nota: Extraído de Ramírez - Navas (2014).

**Tabla 7**

*Asignación de códigos*

Formulación	Asignación de códigos	Concentración de Aloe vera
F1	Muestra 547	8%
F2	Muestra 296	12%
F3	Muestra 375	16%

**Figura 7**

*Panel semi entrenado realizando análisis sensorial hedónica a la kombucha con aloe vera*



### 3.5.3. Tercera etapa

#### *C. Determinación del análisis proximal de la formulación óptima de la kombucha con Aloe vera*

Luego de haber procesado y obtenido los resultados del análisis sensorial, obtuvimos que la muestra de kombucha con el 12% de *Aloe vera* es la formulación óptima para el agrado del paladar del consumidor. Para esa muestra se realizó un análisis proximal y fue analizada en los laboratorios de la empresa Sociedad de Asesoramiento Técnico (SAT) S.A.C.

Los resultados obtenidos del análisis proximal de la formulación óptima fueron a base de 100 ml de muestra de kombucha al 12% de *Aloe vera* y se presentan en el Anexo 3.

- Para la obtención de los resultados de cenizas se aplicó el método AOAC 940.26, 22.<sup>a</sup> edición (2023). Cenizas de frutas y productos derivados.
- Para la obtención de los resultados de grasa se aplicó el método AOAC 920.177, 22.<sup>a</sup> edición (2023). Extracto de éter de confitería.

- Para la obtención de los resultados de humedad se aplicó el método AOAC 920.151B, 22.<sup>a</sup> edición (2023). Sólidos (totales) en frutas y productos derivados.
- Para la obtención de los resultados de proteína se aplicó el método AOAC 920.152, 22.<sup>a</sup> edición (2023). Proteínas en productos de frutas. Método Kjeldahl.
- Para la obtención de los resultados de carbohidratos se realizó por cálculo.
- Para la obtención de los resultados de energía total se realizó por cálculo.

*D. Procesamiento de datos de valores obtenidos en el análisis sensorial*

Para el procedimiento estadístico de los datos obtenidos en la encuesta sensorial de los 30 panelistas se utilizó el método estadístico ANOVA a través del programa SPSS versión 28.0, para poder determinar si existían diferencias significativas entre las 3 formulaciones dadas.

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1 Evaluación Sensorial

En los Anexos 4, 5 y 6 se observan los datos obtenidos en la evaluación sensorial de las tres formulaciones de kombucha con *Aloe vera* a los 30 panelistas, y dicha información se utilizó en el método estadístico ANOVA.

#### 4.1.1 Análisis Estadístico

Las 3 formulaciones propuestas fueron sometidas a un análisis de varianza y se analizó por separado cada atributo como olor, color, sabor y textura.

**Tabla 8**

*Análisis de varianza de las formulaciones de kombucha con Aloe vera para el atributo COLOR*

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	2.22222222	2	1.11111111	2.08333333	0.130682726	3.10129576
Dentro de los grupos	46.4	87	0.53333333			
Total	48.62222222	89				

Para establecer si existen diferencias significativas entre las muestras, se formuló la hipótesis nula y alternativa:

H<sub>0</sub>: No existe diferencias significativas con el color entre las 3 formulaciones propuestas para la kombucha con *Aloe vera* ( $p - \text{valor} > 0.05$ )

H<sub>1</sub>: Existe diferencias significativas con el color entre las 3 formulaciones propuestas para la kombucha con *Aloe vera* ( $p - \text{valor} < 0.05$ )

De la tabla 8 se obtiene que, el p – valor para las 3 formulaciones es de: p – valor = 0.13, dado que  $0.13 > 0.05$ , aceptamos la hipótesis nula ( $H_0$ ), donde las 3 formulaciones no presentan diferencias significativas en el atributo color.

En síntesis, ANOVA indicó que no existe ninguna diferencia entre las 3 formulaciones en el atributo color. Se escogió la muestra que presentó mayor promedio entre las 3 formulaciones; saliendo seleccionado la F2 (promedio 3,87) como se muestra en la tabla 9 que representa la formulación con 12% de *Aloe vera*

**Tabla 9**

*Cuadro de promedios de las muestras.*

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
F2	30	116	3.87	0.671264368
F3	30	106	3.53	0.395402299
F1	30	106	3.53	0.533333333

**Tabla 10**

*Análisis de varianza de las calificaciones de los 30 panelistas a las formulaciones para el atributo OLOR.*

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	4.355555556	2	2.177777778	4.6286645	0.01	3.10129576
Dentro de los grupos	40.93333333	87	0.470498084			
Total	45.28888889	89				

Para establecer si existen diferencias significativas entre las muestras, se formuló las hipótesis nula y alternativa:

$H_0$ : No existe diferencias significativas en el olor entre las 3 formulaciones propuestas para la kombucha con *Aloe vera* ( $p - \text{valor} > 0.05$ )

$H_1$ : Existe diferencias significativas en el olor entre las 3 formulaciones propuestas para la kombucha con *Aloe vera* ( $p - \text{valor} < 0.05$ )

De la tabla 10 se obtiene que, el p – valor para las 3 formulaciones es de: p – valor = 0.01, dado que  $0.01 < 0.05$ , rechazamos la hipótesis nula ( $H_0$ ), y aceptamos la hipótesis alternativa ( $H_1$ ), donde las 3 formulaciones presentan diferencias significativas en el olor.

Para poder saber cuál de las 3 formulaciones es la que presenta alguna diferencia, realizamos la prueba de Tukey propuestas en la tabla 11.

**Tabla 11**

*Calculando el valor de Tukey de las 3 formulaciones*

Tabla de Tukey (q)	Error (CME)	r (N)	W	resultado
3.49	0.47049808	30	0.43706268	0.43706268

**Tabla 12**

*Diferencias de medias de las 3 formulaciones*

	Diferencia de medias	W	
F2-F3	0.53	0.43706268	significativo
F2-F1	0.20	0.43706268	no significativo
F3-F1	-0.33	0.43706268	no significativo

En la Tabla 12 se obtuvo que la muestra F2 sí presenta diferencia con F3, sin embargo, las muestras F3 y F1 no presenta ninguna diferencia, por lo que podemos concluir que la bebida kombucha con 12% Aloe vera es diferente en olor a las demás formulaciones.

**Tabla 13**

*Análisis de varianza de las formulaciones para el atributo TEXTURA.*

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	17.22222222	2	8.611111111	12.10285407	2.30441E-05	3.10129576
Dentro de los grupos	61.9	87	0.711494253			
Total	79.12222222	89				

Para establecer si existen diferencias significativas entre las muestras, se formuló las hipótesis nula y alternativa:

Ho: No existe diferencias significativas con la textura entre las 3 formulaciones propuestas para la kombucha con Aloe vera ( $p - \text{valor} > 0.05$ )

H<sub>1</sub>: Existe diferencias significativas con la textura entre las 3 formulaciones propuestas para la kombucha con Aloe vera ( $p - \text{valor} < 0.05$ )

De la tabla 13 se obtiene que, el  $p - \text{valor}$  para las 3 formulaciones es de:  $p - \text{valor} = 2.30441\text{E}-05$ , dado que  $2.30441\text{E}-05 < 0.05$ , rechazamos la hipótesis nula (Ho), y aceptamos la hipótesis alternativa (H<sub>1</sub>), donde las 3 formulaciones presentan diferencias significativas en la textura.

Para poder saber cuál de las 3 formulaciones es la que presenta alguna diferencia, realizamos la prueba de Tukey propuestas en la Tabla 14

**Tabla 14**

*Calculando el valor de Tukey de las 3 formulaciones*

Tabla de Tukey (q)	Error (CME)	r (N)	W	resultado
3.49	0.71149425	30	0.53746538	0.53746538

**Tabla 15**

*Diferencia de medias de las 3 formulaciones*

	Diferencia de medias	W	
F2-F3	1.00	0.53746538	significativo
F2-F1	0.83	0.53746538	significativo
F3-F1	-0.17	0.53746538	no significativo

En la Tabla 15 se obtuvo que la muestra F2 sí presenta diferencia con F3 y F1, sin embargo, las muestra F2 es la que predomina sobre F3 y F1 dado que no existe diferencia entre F3 y F1, entonces podemos concluir que la bebida kombucha con 12% Aloe vera es diferente en textura a las demás formulaciones.

**Tabla 16**

*Análisis de varianza de las calificaciones de los 30 panelistas a las formulaciones para el atributo SABOR.*

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	20.35555556	2	10.1777778	13.9224319	5.6785E-06	3.10129576
Dentro de los grupos	63.6	87	0.73103448			
Total	83.95555556	89				

Para establecer si existen diferencias significativas entre las muestras, se formuló las hipótesis nula y alternativa:

Ho: No existe diferencias significativas con el sabor entre las 3 formulaciones propuestas para la kombucha con Aloe vera ( $p - \text{valor} > 0.05$ )

H<sub>1</sub>: Existe diferencias significativas con el sabor entre las 3 formulaciones propuestas para la kombucha con Aloe vera ( $p - \text{valor} < 0.05$ )

De la tabla 16 se obtiene que, el  $p - \text{valor}$  para las 3 formulaciones es de:  $p - \text{valor} = 5.6785E-06$ , dado que  $5.6785E-06 < 0.05$ , rechazamos la hipótesis nula (Ho), y aceptamos la hipótesis alternativa (H<sub>1</sub>), donde las 3 formulaciones presentan diferencias significativas en la textura.

Para poder saber cual de las 3 formulaciones es la que presenta alguna diferencia, realizamos la prueba de Tukey propuestas en la tabla 17.

**Tabla 17**

*Calculando el valor de Tukey*

Tabla de Tukey (q)	Error (CME)	r (N)	W	resultado
3.49	0.73103448	30	0.54479578	0.54479578



**Tabla 18***Diferencia de medias*

	diferencia de medias	W	
F2- F3	1.13	0.54479578	significativo
F2 -F1	0.80	0.54479578	significativo
F3 - F1	-0.33	0.54479578	no significativo

En la tabla 18 se obtuvo que la muestra F2 sí presenta diferencia con F3 y F1, sin embargo, las muestra F2 es la que predomina sobre F3 y F1 dado que no existe diferencia entre F3 y F1, entonces podemos concluir que la bebida kombucha con 12% Aloe vera es diferente en sabor a las demás formulaciones.

Por lo tanto, en el análisis sensorial se observó que la formulación óptima de kombucha con *Aloe vera* al 12% es la F2, de acuerdo a los atributos de sabor, textura y olor, ya que estos presentaron diferencias estadísticamente significativas, a diferencia de los valores obtenidos en cuanto al atributo color, que no presentaron diferencias significativas.

De acuerdo a Hernández et al (2021) en su trabajo de “Evaluación de la calidad sensorial y la aceptabilidad de diferentes productos alimenticios elaborados con adición de jugo de sábila y su relación con la dosis empleada”, utilizó valores porcentuales de 5, 7, 10, 11 y 15% de jugo de sábila, teniendo como resultado una calidad sensorial aceptable y buena aceptación el de 10%. Para el presente estudio de investigación la bebida con mejor aceptabilidad sensorial fue la de 12% de *Aloe vera*, presentando un sabor equilibrado y aceptable entre la acidez de la kombucha y el jugo del *Aloe vera*, en cuanto a la textura era fluida, color tenue que es característico de la kombucha.

El efecto del parámetro de fermentación pH generó diferencias en los atributos de Olor y Sabor. En la kombucha que presentó un pH bajo de 3.59 (kombucha al 8% de aloe vera) favoreció la producción de ácidos orgánicos, como el ácido acético, que aporta un olor avinagrado, así como un sabor más ácido. Por otro lado, en la kombucha que presentó un pH intermedio de 3.81 (kombucha al 12% de aloe vera), la actividad de las bacterias acéticas tiende a disminuir levemente, por lo que la concentración de ácido acético también, produciendo que el olor a

avinagrado sea menos penetrante; y con respecto al sabor, al haber menos producción de ácidos orgánicos, es menos ácido y con mayor presencia de un ligero dulzor, debido a los azúcares residuales que no fueron completamente metabolizados, generando una mejor respuesta en la percepción del consumidor, debido al balance ácido-dulce. Por último, en la kombucha que presentó un pH alto de 3.87 (kombucha al 16% de aloe vera), la actividad de las bacterias se ve limitada, por lo que la producción de ácido acético es mucho menor y esto genera que el olor posea escasa sensación de acidez o sensación avinagrada, y en su lugar emerjan los sabores herbales del aloe vera; en cuanto al sabor, es mucho menos agresivo en términos de acidez y más fuerte respecto al dulzor. Según estos resultados obtenidos, la kombucha con 12% de aloe vera (pH 3.81) produjo una mejor aceptación en los consumidores debido al balance generado entre acidez y dulzor, por lo que se traduce en la formulación óptima.

#### 4.2 Análisis Proximal

Los resultados obtenidos del análisis proximal de la formulación óptima fueron a base de 100 ml de muestra de kombucha al 12% de Aloe vera y se presentan en el Anexo 3.

**Tabla 19**

*Resultados de Análisis proximal de la kombucha con Aloe vera al 12%*

Analitos	cantidad
Cenizas	0,03 mg/100ml
Grasa	0,00 mg/100ml
Humedad	95,08 g/100ml
Proteína	0,01 (Nx6,25) g/100ml
Carbohidratos	4,88 g/100ml
Energía total	19,56 kcal/100ml

Según Lescano, (2015) en su trabajo “Características fisico-químicas y capacidad antioxidante de Kombucha”, los resultados de los análisis proximales de su kombucha tuvo como resultado en humedad 58,9%, en proteínas 8,74%, en grasas 0,21%, en cenizas 0,14%, en carbohidratos en 32,01% y en energía 164,8 kcal; sin embargo los resultados de analisis proximal de la kombucha con *Aloe vera* al 12% presento en humedad el 95,08%, por encima de los resultados

de humedad del autor Lescano, sin embargo los resultados de proteínas, grasas, cenizas, carbohidratos y en energía se encontraron por debajo de los resultados del estudio de Lescano, dado que ellos emplearon azúcar en el endulzado de la kombucha la cual eso apporto un mayor valor calórico, ya sea en carbohidratos y en los demás.

Según Montero (2022) en su trabajo de investigación “Elaboración de una bebida probiótica a base de chirimoya (*Annona cherimola*), pepino dulce (*Solanum muricatum*) y kombucha” utilizo la pulpa de chirimoya como un adicional a la kombucha, siendo los valores porcentuales de 5, 10, y 15% de pulpa, la cual por un panel semi entrenado de 25 panelistas se realizó una prueba escalar hedónica de 5 puntos dando como resultado a la kombucha con 15% de pulpa de chirimoya la bebida mas aceptada sensorialmente. Para nuestro trabajo de investigación , se adiciono a la kombucha las concentraciones de 8, 12 y 16% de jugo de *Aloe vera*, la cual fue evaluada sensorialmente mediante una prueba hedónica de 5 puntos con un panel semi entrenado y no entrenado de 30 panelistas, dando como resultado mayor aceptabilidad la de 12% de *Aloe vera*. Asimismo con respecto al atributo sabor , Montero (2022) confiere que no presento diferencias estadísticas dado que su kombucha presentaba alta concentración de sacarosa, sin embargo en nuestro trabajo, los análisis estadísticos de la kombucha con *Aloe vera* al 12% si presento diferencias significativas dado que fue edulzado con stevia la cual ayudo a sentir mas los sabores naturales como la acidez de la propia kombucha formado por los ácidos orgánicos.

Los resultados de esta investigación abren nuevas perspectivas en la producción de kombucha enriquecida con *Aloe vera*. Al identificar la concentración óptima de *Aloe vera* (12%), se establece una base sólida para el desarrollo de productos innovadores que combinen los beneficios probióticos de la kombucha con las propiedades funcionales del *Aloe vera*. Estos hallazgos pueden ser de gran interés para la industria alimentaria y para los consumidores que buscan opciones saludables y de alta calidad.

## V. CONCLUSIONES

1. Se determinó que la formulación óptima de kombucha con *Aloe vera* fue la que contenía jugo de *Aloe vera* al 12% (F2) , presentando un pH de 3,81 generando así características sensoriales aceptables al consumidor como el sabor y olor característicos de la kombucha.
2. La kombucha con *Aloe vera* es una bebida con bajo contenido calórico y libre de grasas (19.56 kcal/100ml y 0.00mg/100ml, respectivamente), debido a que fue endulzado con stevia

## **VI. RECOMENDACIONES**

- Monitorear de cerca la temperatura y el pH durante el proceso de fermentación para garantizar la calidad del producto.
- Realizar más investigaciones para respaldar las propiedades beneficiosas de la kombucha con aloe vera.
- Promover el consumo de esta bebida como una opción saludable y funcional.
- Destacar el valor agregado nutricional del aloe vera, especialmente para la salud intestinal.
- Realizar pruebas comparativas en diferentes épocas del año para evaluar el impacto de las condiciones ambientales en el producto final.

## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bishop, P., Pitts, E. R., Budner, D., & Thompson-Witrick, K. A. (2022). Chemical Composition of Kombucha. En *Beverages* (Vol. 8, Número 3). MDPI. <https://doi.org/10.3390/beverages8030045>

Bortolamedi, B. M., Paglarini, C. S., & Brod, F. C. A. (2022). Compuestos bioactivos en kombucha: una revisión del efecto del sustrato y las condiciones de fermentación. En *Food Chemistry* (Vol. 385). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2022.132719>

Cáceres, L. (2020). *Efectos de los parámetros de fermentación sobre las características físico-químicas y sensoriales del vino de Theobroma grandiflorum COPOAZÚ*. Universidad Nacional Amazónica de Madre de DIOS.

Christaki, E., & Florou - Paneri, P. (2010). *Aloe vera: una planta con muchos usos*. 245-249. <http://en.wikipedia.org/wiki/Aloe>

Coelho, R. M. D., Almeida, A. L. de, Amaral, R. Q. G. do, Mota, R. N. da, & Sousa, P. H. M. de. (2020). Kombucha: Review. En *International Journal of Gastronomy and Food Science* (Vol. 22). AZTI-Tecnalia. <https://doi.org/10.1016/j.ijgfs.2020.100272>

Corzo-Barragán, D. C., Salcedo Galán, F., & Pacheco, R. A. (2019). Desarrollo de una bebida mista tipo néctar con cápsulas de Aloe vera (L.) Burm. f. y vitamina C. *Revista U.D.C.A Actualidad and Divulgacion Científica*, 22(1). <https://doi.org/10.31910/rudca.v22.n1.2019.1180>

Darwin Perez Ruiz. (2021). *Desarrollo de una bebida a base de sábila (Aloe vera) y jamaica (Hibiscus sabdariffa)*. Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas.

Domínguez, R. N., Arzate, I., Chanona, J. J., Welti, J. S., Alvarado, J. S., Calderón, G., Garibay, V., & Gutiérrez, G. F. (2012, marzo 2). El gel de Aloe vera: estructura, composición química, procesamiento, actividad biológica e importancia en la industria

farmacéutica y alimentaria. *Revista Mexicana de Ingeniería Química*, 23-43. [www.rmiq.org](http://www.rmiq.org)

Farmatodo Blogs - Salud, Bienestar y Alimentación. (s.f.). Com.co. <https://www.farmatodo.com.co/blog/index.html>

Giron Yarasca, J. C., & Maldonado Velasques, N. A. (2023). *Estudio prefactibilidad para la instalación de una planta de producción de bebidas probióticas a base de té de kombucha (Medusomyces gisevi), piña (Ananas comosus) y kion (Xingiber officinale)*. Universidad de Lima.

Hernández, A., Rodríguez, D., Romagosa, S., Valdés, M., & Duarte, C. (2021). *Evaluación de la calidad sensorial y la aceptabilidad de diferentes productos alimenticios elaborados con adición de jugo de sábila (Aloe vera) y su relación con la dosis empleada*. 480-498.

Jakubczyk, K., Kupnicka, P., Melkis, K., Mielczarek, O., Walczyńska, J., Chlubek, D., & Janda-Milczarek, K. (2022). Effects of Fermentation Time and Type of Tea on the Content of Micronutrients in Kombucha Fermented Tea. *Nutrients*, 14(22). <https://doi.org/10.3390/nu14224828>

Jayabalan, R., Malbaša, R. V., Lončar, E. S., Vitas, J. S., & Sathishkumar, M. (2014). A review on kombucha tea-microbiology, composition, fermentation, beneficial effects, toxicity, and tea fungus. En *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety* (Vol. 13, Número 4, pp. 538-550). Blackwell Publishing Inc. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12073>

Laavanya, D., Shirkole, S., & Balasubramanian, P. (2021). Retos actuales, aplicaciones y perspectivas de futuro de la celulosa SCOBY de fermentación de Kombucha. En *Journal of Cleaner Production* (Vol. 295). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.126454>

Leal, J. M., Suárez, L. V., Jayabalan, R., Oros, J. H., & Escalante-Aburto, A. (2018). A review on health benefits of kombucha nutritional compounds and metabolites. *CYTA - Journal of Food*, 16(1), 390-399. <https://doi.org/10.1080/19476337.2017.1410499>

Lescano, A. D. (2015). *Características Fisico-químicas y capacidad antioxidante de kombucha*.

Luis Andrés Montero Mongón. (2022). *Elaboración de una bebida probiótica a base de chirimoya (Annona cherimola), pepino dulce (Solanum muricatum) y kombucha*.

Mohd Ariff, R., Chai, X. Y., Chang, L. S., Fazry, S., Othman, B. A., Babji, A. S., & Lim, S. J. (2023). Tendencias recientes de Kombucha: fermentación convencional y alternativa en el desarrollo de bebidas novedosas. En *Food Bioscience* (Vol. 53). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2023.102714>

Montero, L. A. (2022). *Elaboración de una bebida probiótica a base de chirimoya (Annona cherimola), pepino dulce (Solanum muricatum) y kombucha*.

Moreno, A., López, M. Y. y Jiménez, L. (2012). *Aloe vera (Sábila): Cultivo y Utilización*. Ediciones Mundi-Prensa. [www.books.google.es](http://www.books.google.es)

Robles, V. (2011). *Determinación de parámetros de fermentación para la producción de kombucha utilizando una población mixta de microorganismos denominado fermento de té*. Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac.

Sebastián Ramírez-Navas, J. (2014). *Análisis sensorial: pruebas orientadas al consumidor*. <http://revistareciteia.es.tl/>

Sierra Guillpen, A. S. (2002). *Desarrollo de un prototipo de bebida de sábila (Aloe vera barbadensis Miller) y naranja*.

Soares, M. G., de Lima, M., & Reolon Schmidt, V. C. (2021). Aspectos tecnológicos de la kombucha, sus aplicaciones y el cultivo simbiótico (SCOBY) y extracción de compuestos de interés: Una revisión de la literatura. En *Trends in Food Science and Technology* (Vol. 110, pp. 539-550). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2021.02.017>

Valeria Castillo Camacho, & Viviana Villena Álvarez. (2020). *Elaboración de bebidas enriquecidas con trozos de sábila (Aloe vera) deshidratadas por ósmosis, saborizadas a naranja y limón*. Universidad Politécnica Estatal del Carchi.



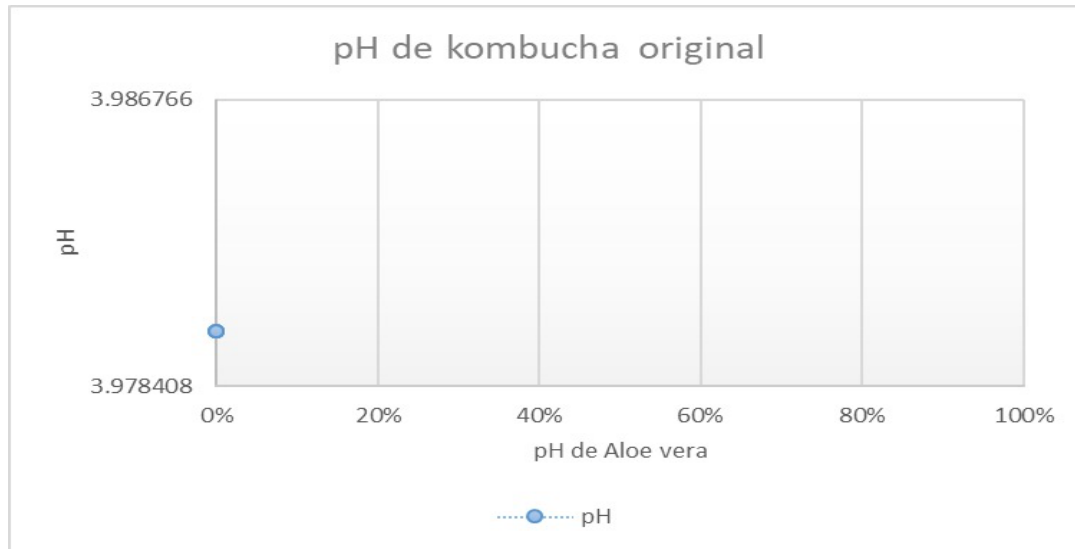
Vega, A., Ampuero, N., Díaz, L., & Lemus, R. (2005). El aloe vera (aloe barbadensis miller) como componente de alimentos funcionales. *revistachilenadenutricion*, 32.

Zubiolo, C., Teixeira, C., Matos, J., Oliveira, A., Santos, T., & Narain, N. (2022). Potencial antioxidante y caracterización fisicoquímica y microbiológica de la kombucha. *Revista Brasileña de Desarrollo*, 8, 739-751. <https://doi.org/10.34117/bjdv8n1049>

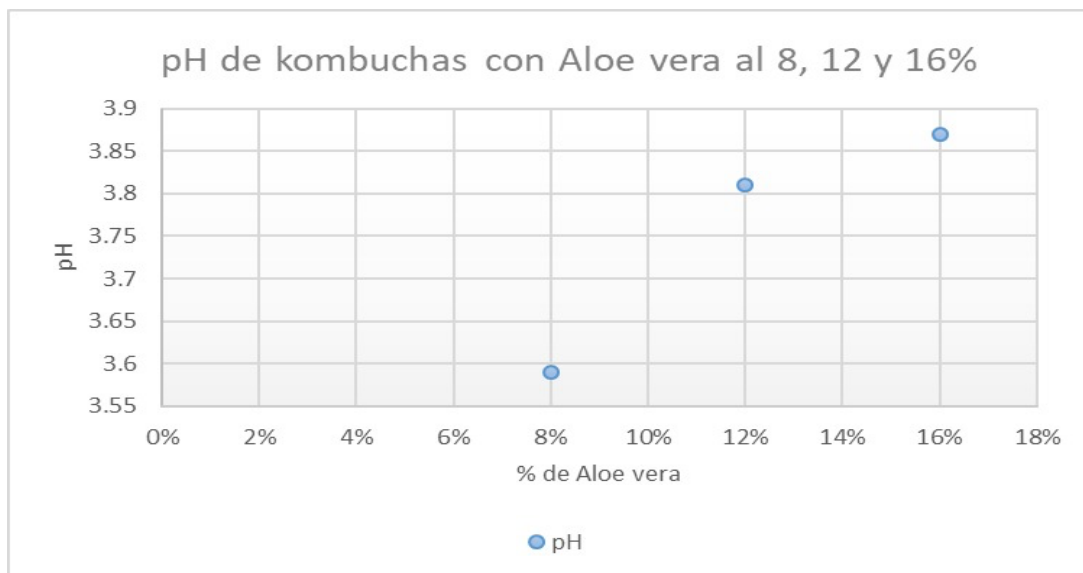
## 7.1. ANEXOS

### Anexo 1

A. Gráfica de pH de kombucha original en el último día de la 1ra fermentación



B. Gráfica del pH de kombucha con Aloe vera al 8, 12 y 16% en el último día de la 2da fermentación



## Anexo 2

*Galeria de imágenes del proceso de Elaboración de kombucha con Aloe vera*

ALOE VERA, AGUA FILTRADA, AZÚCAR BLANCA Y TÉ VERDE



## FRASCOS DE VIDRIO



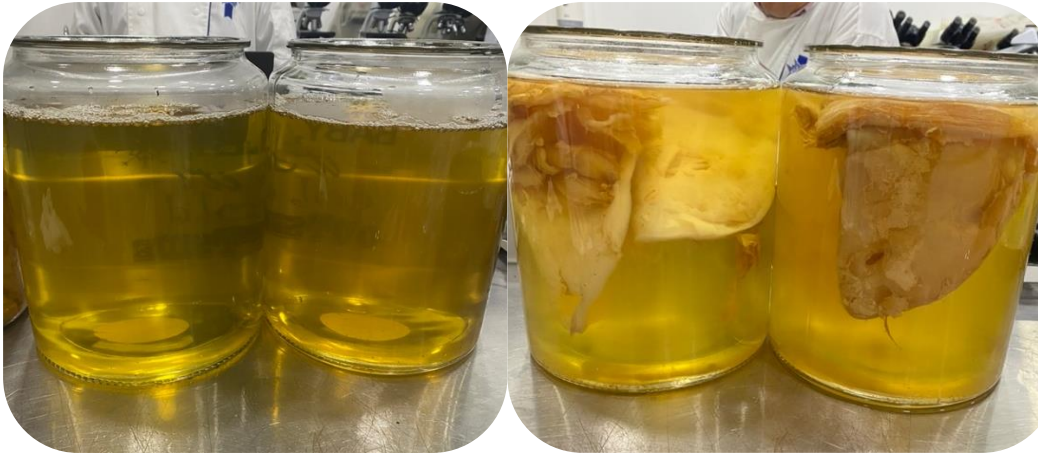
## TELA, CUERDA Y BALANZA



## TABLA DE PICAR, CUCHILLO Y JARRAS MEDIDORAS



## TÉ VERDE EN INFUSIÓN



## PRIMERA FERMENTACIÓN DE TÉ VERDE CON SCOBY



## SEGUNDA FERMENTACIÓN CON DISTINTOS PORCENTAJES DE ALOE VERA



## KOMBUCHA FILTRADA Y CON STEVIA

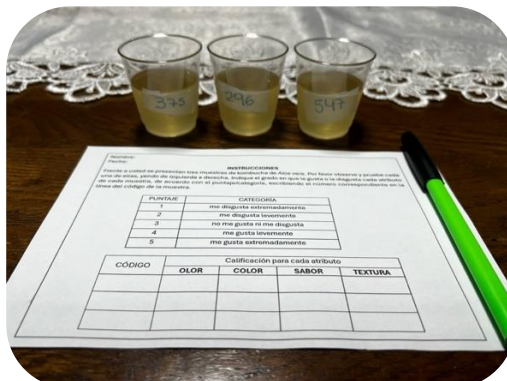


## KOMBUCHA CON DISTINTAS CONCENTRACIONES DE ALOE VERA



### Anexo 3

#### *Evaluación Sensorial Hedónica*



## Anexo 4

### Resultados de la prueba proximal de la kombucha de Aloe vera al 12%



## Sociedad de Asesoramiento Técnico S.A.C.

JR. ALMIRANTE GUIBSE N° 2580 - 2688 / LIMA 14 - PERÚ TELÉFONO: 226-8280  
Email: satperu@satperu.com / web: www.satperu.com

### INFORME DE ENSAYO N° DT-03714-02-2024

PRODUCTO : Kombucha de Aloe Vera (Bebida a base de té fermentado),  
SOLICITADO POR : Wong Manrique Katia  
DIRECCIÓN : Calle Los Geranios Nro. 130 - D - Lince - Lima - Lima  
FECHA DE RECEPCIÓN : 2024-07-19  
FECHA DE ANÁLISIS : 2024-07-22  
FECHA DE INFORME : 2024-07-25  
SOLICITUD N° : SDT-08277-2024

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA : Muestra 2  
ESTADO / CONDICIÓN : Producto líquido / Refrigerado  
PRESENTACIÓN : Botella de plástico transparente cerrado con tapa, sin litografiar  
CANTIDAD DE MUESTRA : 500 MILilitros  
CANTIDAD DE MUESTRA DIRIMIENTE : Ninguna (A solicitud del cliente)

Servicio	Vía / Resultado
(*) Carbohidratos (g/100ml)	4,88
(*) Ceniza (g/100ml)	0,03
(*) Energía total (kcal/100ml)	19,56
(*) Grasa (g/100ml)	0,00
(*) Humedad (g/100ml)	95,08
(*) Proteína (g/100ml)	0,01 (Nx6,25)

(\*) LOS METODOS INDICADOS NO HAN SIDO ACREDITADOS POR INACAL-DA

#### MÉTODOS

(\*) Carbohidratos : Por Cálculo  
(\*) Ceniza : AOAC 940.26, 22nd. Ed. (2023), Ash of Fruits and Fruit Products  
(\*) Energía total : Por Cálculo  
(\*) Grasa : AOAC 920.177, 22nd. Ed. (2023), Ether extract of confectionary  
(\*) Humedad : AOAC 920.1519, 22nd. Ed. (2023), Solids (Total) in fruits and fruit products  
(\*) Proteína : AOAC 920.152, 22nd. Ed. (2023), Protein in fruit products, Kjeldahl Method

#### Notas

Contacto: Katia Wong Manrique, Correo: katia\_wm@hotmail.com  
Temperatura de recepción de la muestra: 3°C

- Informe de ensayo emitido en base a resultados obtenidos en nuestro laboratorio. Válido únicamente para la muestra preparada. Queda absolutamente prohibida toda reproducción parcial del presente Informe sin la autorización escrita de SAT S.A.C. Este documento es válido solo en original.

QUIM. CLOTILDE HUAPAYA HERREROS  
JEFE DIVISIÓN TÉCNICA  
C.Q.P. N° 296

## Anexo 5

*Resultados de la prueba hedónica de la muestra 296 (12% de Aloe vera)*

<b>MUESTRA</b>	<b>JUECES</b>	<b>OLOR</b>	<b>COLOR</b>	<b>SABOR</b>	<b>TEXTURA</b>
296	1	4	4	5	5
296	2	4	4	5	5
296	3	4	3	5	4
296	4	4	3	5	4
296	5	5	5	5	5
296	6	5	5	5	5
296	7	4	5	5	5
296	8	4	5	5	5
296	9	3	3	5	5
296	10	3	3	5	5
296	11	3	3	5	5
296	12	5	5	5	5
296	13	5	5	5	5
296	14	3	5	5	5
296	15	3	5	5	5
296	16	4	4	5	5
296	17	4	4	5	5
296	18	3	3	3	3
296	19	3	3	3	3
296	20	3	3	4	4
296	21	3	3	4	4
296	22	4	3	4	4
296	23	4	3	4	4
296	24	5	4	5	3
296	25	5	4	5	3
296	26	4	4	4	4
296	27	4	4	4	4
296	28	4	4	5	5
296	29	4	4	5	5
296	30	5	3	5	5
<b>TOTAL</b>		<b>118</b>	<b>116</b>	<b>140</b>	<b>134</b>



## Anexo 6

*Resultados de la prueba hedónica de la muestra 375 (16% de Aloe vera)*

<b>MUESTRA</b>	<b>JUECES</b>	<b>OLOR</b>	<b>COLOR</b>	<b>SABOR</b>	<b>TEXTURA</b>
375	1	3	4	3	3
375	2	3	4	3	3
375	3	5	4	4	4
375	4	5	4	4	4
375	5	3	3	3	3
375	6	3	3	3	3
375	7	4	4	4	3
375	8	4	4	4	3
375	9	3	3	3	4
375	10	3	3	3	4
375	11	3	3	3	4
375	12	4	4	4	3
375	13	4	4	4	3
375	14	3	5	5	5
375	15	3	5	5	5
375	16	3	4	5	3
375	17	3	4	5	3
375	18	3	3	2	3
375	19	3	3	2	3
375	20	3	3	4	4
375	21	3	3	4	4
375	22	4	3	4	3
375	23	4	3	4	3
375	24	3	3	3	3
375	25	3	3	3	3
375	26	3	3	2	4
375	27	3	3	2	4
375	28	4	4	4	4
375	29	4	4	4	4
375	30	3	3	3	2
TOTAL		102	106	106	104

## Anexo 7

*Resultados de la prueba hedónica de la muestra 547 (8% de Aloe vera)*

<b>MUESTRA</b>	<b>JUECES</b>	<b>OLOR</b>	<b>COLOR</b>	<b>SABOR</b>	<b>TEXTURA</b>
547	1	3	3	3	2
547	2	3	3	3	2
547	3	4	3	5	4
547	4	4	3	5	4
547	5	3	3	3	3
547	6	3	3	3	3
547	7	4	4	4	5
547	8	4	4	4	5
547	9	4	3	4	4
547	10	4	3	4	4
547	11	4	3	4	4
547	12	5	4	2	3
547	13	5	4	2	3
547	14	3	5	5	5
547	15	3	5	5	5
547	16	4	4	5	5
547	17	4	4	5	5
547	18	3	3	4	4
547	19	3	3	4	4
547	20	3	3	5	4
547	21	3	3	5	4
547	22	4	3	3	2
547	23	4	3	3	2
547	24	3	3	3	3
547	25	3	3	3	3
547	26	5	5	5	4
547	27	5	5	5	4
547	28	4	4	4	4
547	29	4	4	4	4
547	30	4	3	2	1
TOTAL		112	106	116	109

## Anexo 8

### Valores Críticos para la prueba de Tukey

Se presenta los valores críticos utilizados en la prueba de Tukey para confiabilidad del 95% (0.05).

TABLA 8: Cuantiles de la distribución de Tukey  $q(n, m)$

$\alpha = 0.05$	$n$														
$m$	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
2	6.08	8.33	9.80	10.88	11.73	12.43	13.03	13.54	13.99	14.40	14.76	15.09	15.39	15.67	
3	4.50	5.91	6.82	7.50	8.04	8.48	8.85	9.18	9.46	9.72	9.95	10.15	10.35	10.52	
4	3.93	5.04	5.76	6.29	6.71	7.05	7.35	7.60	7.83	8.03	8.21	8.37	8.52	8.66	
5	3.64	4.60	5.22	5.67	6.03	6.33	6.58	6.80	6.99	7.17	7.32	7.47	7.60	7.72	
6	3.46	4.34	4.90	5.30	5.63	5.90	6.12	6.32	6.49	6.65	6.79	6.92	7.03	7.14	
7	3.34	4.16	4.68	5.06	5.36	5.61	5.82	6.00	6.16	6.30	6.43	6.55	6.66	6.76	
8	3.26	4.04	4.53	4.89	5.17	5.40	5.60	5.77	5.92	6.05	6.18	6.29	6.39	6.48	
9	3.20	3.95	4.41	4.76	5.02	5.24	5.43	5.59	5.74	5.87	5.98	6.09	6.19	6.28	
10	3.15	3.88	4.33	4.65	4.91	5.12	5.30	5.46	5.60	5.72	5.83	5.93	6.03	6.11	
11	3.11	3.82	4.26	4.57	4.82	5.03	5.20	5.35	5.49	5.61	5.71	5.81	5.90	5.98	
12	3.08	3.77	4.20	4.51	4.75	4.95	5.12	5.27	5.39	5.51	5.61	5.71	5.80	5.88	
13	3.06	3.73	4.15	4.45	4.69	4.88	5.05	5.19	5.32	5.43	5.53	5.63	5.71	5.79	
14	3.03	3.70	4.11	4.41	4.64	4.83	4.99	5.13	5.25	5.36	5.46	5.55	5.64	5.71	
15	3.01	3.67	4.08	4.37	4.59	4.78	4.94	5.08	5.20	5.31	5.40	5.49	5.57	5.65	
16	3.00	3.65	4.05	4.33	4.56	4.74	4.90	5.03	5.15	5.26	5.35	5.44	5.52	5.59	
17	2.98	3.63	4.02	4.30	4.52	4.70	4.86	4.99	5.11	5.21	5.31	5.39	5.47	5.54	
18	2.97	3.61	4.00	4.28	4.49	4.67	4.82	4.96	5.07	5.17	5.27	5.35	5.43	5.50	
19	2.96	3.59	3.98	4.25	4.47	4.65	4.79	4.92	5.04	5.14	5.23	5.31	5.39	5.46	
20	2.95	3.58	3.96	4.23	4.45	4.62	4.77	4.90	5.01	5.11	5.20	5.28	5.36	5.43	
21	2.94	3.56	3.94	4.21	4.42	4.60	4.74	4.87	4.98	5.08	5.17	5.25	5.33	5.40	
22	2.93	3.55	3.93	4.20	4.41	4.58	4.72	4.85	4.96	5.06	5.14	5.23	5.30	5.37	
23	2.93	3.54	3.91	4.18	4.39	4.56	4.70	4.83	4.94	5.03	5.12	5.20	5.27	5.34	
24	2.92	3.53	3.90	4.17	4.37	4.54	4.68	4.81	4.92	5.01	5.10	5.18	5.25	5.32	
25	2.91	3.52	3.89	4.15	4.36	4.53	4.67	4.79	4.90	4.99	5.08	5.16	5.23	5.30	
26	2.91	3.51	3.88	4.14	4.35	4.51	4.65	4.77	4.88	4.98	5.06	5.14	5.21	5.28	
27	2.90	3.51	3.87	4.13	4.33	4.50	4.64	4.76	4.86	4.96	5.04	5.12	5.19	5.26	
28	2.90	3.50	3.86	4.12	4.32	4.49	4.62	4.74	4.85	4.94	5.03	5.11	5.18	5.24	
29	2.89	3.49	3.85	4.11	4.31	4.47	4.61	4.73	4.84	4.93	5.01	5.09	5.16	5.23	
30	2.89	3.49	3.85	4.10	4.30	4.46	4.60	4.72	4.82	4.92	5.00	5.08	5.15	5.21	
31	2.88	3.48	3.84	4.09	4.29	4.45	4.59	4.71	4.81	4.90	4.99	5.06	5.13	5.20	
32	2.88	3.48	3.83	4.09	4.28	4.45	4.58	4.70	4.80	4.89	4.98	5.05	5.12	5.18	
33	2.88	3.47	3.83	4.08	4.28	4.44	4.57	4.69	4.79	4.88	4.97	5.04	5.11	5.17	
34	2.87	3.47	3.82	4.07	4.27	4.43	4.56	4.68	4.78	4.87	4.96	5.03	5.10	5.16	
35	2.87	3.46	3.81	4.07	4.26	4.42	4.56	4.67	4.77	4.86	4.95	5.02	5.09	5.15	
36	2.87	3.46	3.81	4.06	4.25	4.41	4.55	4.66	4.76	4.85	4.94	5.01	5.08	5.14	
37	2.87	3.45	3.80	4.05	4.25	4.41	4.54	4.66	4.76	4.85	4.93	5.00	5.07	5.13	
38	2.86	3.45	3.80	4.05	4.24	4.40	4.53	4.65	4.75	4.84	4.93	5.00	5.06	5.12	