



**FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL Y DE SISTEMAS**

**BEBIDA FERMENTADA FUNCIONAL TIPO KEFIR DE LACTOSUERO, LECHE DE  
ALMENDRAS FORTIFICADO CON SULFATO FERROSO**

**Línea de investigación:**

**Competitividad industrial, diversificación productiva y prospectiva**

Tesis para optar el título profesional de Ingeniera Agroindustrial

**Autora:**

Pacheco Canchanya, Greyssi

**Asesor:**

Quispe Prado, Wilber

(ORCID: 0000-0003-2452-3669)

**Jurado:**

Alfaro Bardales De Ontaneda, Maria Renee

Miranda Jara, Angelica Ysabel

Bazán Briceno, Jose Luis

**Lima - Perú**

**2023**

# Tesis

---

## INFORME DE ORIGINALIDAD

---

**21** %

INDICE DE SIMILITUD

**20** %

FUENTES DE INTERNET

**1** %

PUBLICACIONES

**5** %

TRABAJOS DEL  
ESTUDIANTE

---

## FUENTES PRIMARIAS

---

**1** [hdl.handle.net](http://hdl.handle.net) Fuente de Internet **6** %

---

**2** [repositorio.unsaac.edu.pe](http://repositorio.unsaac.edu.pe) Fuente de Internet **2** %

---

**3** Submitted to Universidad Nacional Federico Villarreal Trabajo del estudiante **1** %

---

**4** [repositorio.umsa.bo](http://repositorio.umsa.bo) Fuente de Internet **1** %

---

**5** [repositorio.unac.edu.pe](http://repositorio.unac.edu.pe) Fuente de Internet **1** %

---

**6** [1library.co](http://1library.co) Fuente de Internet **1** %

---

**7** [repositorio.unfv.edu.pe](http://repositorio.unfv.edu.pe) Fuente de Internet **1** %

---

**8** [alicia.concytec.gob.pe](http://alicia.concytec.gob.pe) Fuente de Internet **1** %

---

**9** [dspace.esPOCH.edu.ec](http://dspace.esPOCH.edu.ec) Fuente de Internet



Universidad Nacional  
**Federico Villarreal**

**VRIN** | VICERRECTORADO  
DE INVESTIGACIÓN

**FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL Y DE SISTEMAS**

**BEBIDA FERMENTADA FUNCIONAL TIPO KEFIR DE LACTOSUERO, LECHE  
DE ALMENDRAS FORTIFICADO CON SULFATO FERROSO**

**Línea de Investigación:**

Competitividad industrial, diversificación productiva y prospectiva

**Tesis para optar el título profesional de**

**Ingeniero Agroindustrial**

**Autor:**

**Pacheco Canchanya, Greysi**

**Asesor :**

**Quispe Prado, Wilber**

**(ORCID: 0000-0003-2452-3669 )**

**Jurado:**

**Maria Renee Alfaro Bardales De Ontaneda**

**Angelica Ysabel Miranda Jara**

**Jose Luis Bazán Briceno**

**Lima – Perú**

**2023**

## **Dedicatoria**

A Dios porque sus propósitos son buenos, y me ha dado la fortaleza para llegar hasta aquí; a mi madre porque siempre me han apoyado, motivado y porque siempre ha confiado en mí; a mi familia porque son la fuerza y razón que me impulsa a seguir adelante y a todas personas que de alguna manera contribuyeron a mi aprendizaje.

## **Agradecimiento**

El presente trabajo va dirigido con una expresión de gratitud a todas las personas y entidades que hicieron posible su realización: A la Universidad Nacional Federico Villarreal por la oportunidad de educarme y perfeccionar mis capacidades profesionales y personales.

Expreso mi reconocimiento al Ing. Wilber Quispe Prado por su destacado desempeño como asesor, brindando apoyo constante desde el inicio hasta la culminación de esta investigación.

A los dedicados docentes de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial, quienes, con sabiduría, contribuyeron a mi formación profesional.

Mi agradecimiento se extiende a todas las personas cuyo valioso aporte, aunque no mencionado, dejó una huella significativa en el desarrollo de esta tesis.

## ÍNDICE GENERAL

<b>Dedicatoria .....</b>	<b>i</b>
<b>Agradecimiento .....</b>	<b>ii</b>
<b>RESUMEN .....</b>	<b>ix</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>x</b>
<b>I. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
1.1. Planteamiento del problema.....	3
1.2. Descripción del problema .....	4
1.3. Formulación del problema.....	5
1.3.1. Problema general .....	5
1.3.2. Problemas específicos.....	5
1.4. Antecedentes .....	6
1.4.1. Antecedentes internacionales.....	6
1.4.2. Antecedentes nacionales .....	12
1.5. Objetivos .....	15
1.5.1. Objetivo general.....	15
1.5.2. Objetivos específicos .....	15
1.6. Justificación de la investigación .....	16
1.7. Hipótesis .....	17
1.7.1. Hipótesis general.....	17
<b>II. MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>18</b>
2.1. Marco conceptual.....	18
2.1.1. Bebida fermentada funcional kéfir .....	18
2.1.2. Almendras ( <i>Prunus dulcis</i> ).....	21
2.1.3. Bebidas funcionales .....	25
2.1.4. Sulfato ferroso FeSO <sub>4</sub> .....	26
2.1.5. Evaluación sensorial .....	28
<b>III. MÉTODO .....</b>	<b>30</b>
3.1. Tipo de investigación.....	30
3.1.1. Nivel de investigación .....	30
3.1.2. Diseño de investigación .....	30
3.2. Ámbito temporal y espacial .....	30

3.3.	Variables .....	30
3.3.1.	Variable independiente (VI) .....	30
3.3.2.	Variable dependiente (VD).....	30
3.3.3.	Operacionalización de variables .....	31
3.4.	Población y Muestra .....	31
3.4.1.	Población de estudio .....	31
3.4.2.	Muestra poblacional.....	31
3.4.3.	Muestreo .....	31
3.5.	Instrumentos.....	32
3.5.1.	Técnicas de recolección de datos.....	32
3.5.2.	Instrumentos de recolección de datos .....	32
3.6.	Procedimientos.....	33
3.6.1.	Proceso productivo de leche de almendras .....	33
3.6.2.	Descripción del proceso.....	34
3.6.3.	Proceso productivo de lactosuero .....	34
3.6.4.	Descripción del proceso elaboración de Lactosuero.....	35
3.7.	Análisis de datos .....	38
3.7.1.	Diseño estadístico .....	38
3.7.2.	Análisis estadístico .....	40
3.7.3.	Análisis fisicoquímico proximal.....	40
3.7.4.	Análisis Microbiológico .....	44
3.7.5.	Análisis sensorial .....	44
<b>IV.</b>	<b>RESULTADOS .....</b>	<b>45</b>
4.1.	Análisis de resultados .....	45
4.1.1.	Porcentaje óptimo en la elaboración de una bebida fermentada .....	45
4.1.2.	Adición de sulfato ferroso y niveles óptimos de grados brix. ....	55
4.1.3.	Propiedades fisicoquímicas y bioactivas de la bebida .....	58
4.1.4.	Contrastación de la hipótesis .....	59
<b>V.</b>	<b>DISCUSION DE RESULTADOS.....</b>	<b>62</b>
<b>VI.</b>	<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>65</b>
<b>VII.</b>	<b>RECOMENDACIONES .....</b>	<b>66</b>
<b>VIII.</b>	<b>REFERENCIAS.....</b>	<b>67</b>
<b>IX.</b>	<b>ANEXOS.....</b>	<b>75</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b> Composición Nutricional de la Bebida Funcional Tipo Kefir .....	20
<b>Tabla 2</b> Clasificación Taxonómica ( <i>Prunus dulcis</i> ) .....	23
<b>Tabla 3</b> Valor nutricional de leche almendras .....	24
<b>Tabla 4</b> Operacionalización de Variables .....	31
<b>Tabla 5</b> Diseño Estadístico de Mezclas.....	38
<b>Tabla 6</b> Características Físicoquímicas Inicial de la mezcla.....	39
<b>Tabla 7</b> Diseño Experimental de Taguchi $L_9(3)^2$ .....	39
<b>Tabla 8</b> Diseño experimental robusto de Taguchi .....	40
<b>Tabla 9</b> Resultados del Análisis Inicial de la Materia Prima .....	45
<b>Tabla 10</b> Resultados para la Optimización de la Bebida Fermentada.....	45
<b>Tabla 11</b> ANOVA Para el Modelo Matemático Aplicado al Color.....	46
<b>Tabla 12</b> ANOVA Para el Modelo Matemático Cuadrático .....	46
<b>Tabla 13</b> ANOVA Para el Modelo Matemático Aplicado al Olor.....	48
<b>Tabla 14</b> ANOVA Para el Modelo Matemático Lineal .....	48
<b>Tabla 15</b> ANOVA Para el Modelo Matemático Aplicado al Sabor.....	50
<b>Tabla 16</b> ANOVA Para el Modelo Matemático Cuadrático .....	50
<b>Tabla 17</b> ANOVA Para el Modelo Matemático Aplicado a la Consistencia.....	52
<b>Tabla 18</b> ANOVA Para el Modelo Matemático Cuadrático .....	52
<b>Tabla 19</b> Parámetros de Optimización .....	54
<b>Tabla 20</b> Mezclas Optimizadas de los Componentes.....	54
<b>Tabla 21</b> Resultados del Diseño Taguchi.....	56
<b>Tabla 22</b> ANOVA de Medias de Aceptabilidad Sensorial. ....	56
<b>Tabla 23</b> Tabla de Respuestas para Señal Ruido .....	57
<b>Tabla 24</b> Valores Óptimos de Sulfato Ferroso y °Brix .....	58

<b>Tabla 25</b> Calidad Nutricional de la Bebida Fermentada T2.....	58
<b>Tabla 26</b> Características Microbiológicas de la de la Bebida Fermentada T2.....	59
<b>Tabla 27</b> ANOVA de los Tratamientos vs Aceptabilidad.....	60
<b>Tabla 28</b> Método LSD de Fisher a una confianza de 95%.....	61

**ÍNDICE DE FIGURAS**

<b>Figura 1</b> bebida fermentada funcional de lactosuero de kefir.....	19
<b>Figura 2</b> Gránulos de Kéfir de agua.....	21
<b>Figura 3</b> Clasificación de la Evaluación Sensorial .....	29
<b>Figura 4</b> Diagrama de flujo de Elaboración de Leche de Almendras.....	33
<b>Figura 5</b> Diagrama de Flujo de la Elaboración de Lactosuero .....	35
<b>Figura 6</b> Flujo de la Elaboración de Bebida Fermentada Funcional Tipo Kéfir.....	37
<b>Figura 7</b> Grafica Superficie de Contornos del Color .....	47
<b>Figura 8</b> Trazos Cox para Análisis del Color de la Bebida .....	47
<b>Figura 9</b> Grafica Superficie de Contornos del Olor.....	49
<b>Figura 10</b> Trazos Cox para el Análisis del Olor .....	49
<b>Figura 11</b> Grafica Superficie de Contornos del Sabor.....	51
<b>Figura 12</b> Trazos Cox para el Análisis del Sabor .....	51
<b>figura 13</b> Grafica Superficie de Contornos del Consistencia.....	53
<b>Figura 14</b> Trazos Cox para Análisis de Consistencia .....	53
<b>Figura 15</b> Zonas de Formulación Óptima de la Variable Respuesta .....	55
<b>Figura 16</b> Efectos Principales para Relaciones SN.....	57

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Matriz de consistencia.....	76
Anexo 2: Formato de ficha sensorial de la bebida fermentada.....	77
Anexo 3. Formato de ficha sensorial de la bebida fermentada .....	78
Anexo 4. Fotos del análisis sensorial de la bebida fermentada realizado con los alumnos de la facultad de Ingeniería Agroindustrial. ....	80
Anexo 5. Fotos de la elaboración de lactosuero realizado en el laboratorio de la Universidad Nacional Federico Villarreal.....	82
Anexo 6. Fotos del proceso de fermentación de la bebida fermentada realizado en el laboratorio de la Universidad Nacional Federico Villarreal.....	83
Anexo 7. NORMA TÉCNICA PERUANA 202.092.....	84
Anexo 8. Norma del CODEX para leches fermentadas 243-2003. ....	88

## RESUMEN

El objetivo fue elaborar una bebida fermentada funcional tipo kéfir de lactosuero, leche de almendras fortificado con sulfato ferroso. Mediante Metodología de dos fases: en la primera etapa se determinó la mezcla óptima de lactosuero, leche de almendras y panela mediante un diseño de mezclas, y en la segunda etapa, se estableció la cantidad ideal de sulfato ferroso y los niveles apropiados de °Brix mediante un diseño de Taguchi. Posteriormente, se realizaron análisis de las propiedades fisicoquímicas, microbiológicas y bioactivas de la bebida fermentada. Resultados la formulación óptima en la etapa I consistía en un 45.4886% de lactosuero, un 39.1114% de leche de almendras, un 9% de panela, y constantes como CMC al 0.3%, Kéfir al 6%. En etapa II, la fortificación óptima fue 3.85% a un nivel de °Brix 14.7. Las propiedades fisicoquímicas y bioactivas con la puntuación más alta T2 tuvo un contenido de proteínas 2.9%, densidad 1.05 g/cm<sup>2</sup>, carbohidratos del 8%, energía total 7.9 Kcal/100g, grasa del 1.4%, polifenoles de 605.22 mg GAE/100 ml, capacidad antioxidante de 4.14 mmolTE/l. En análisis microbiológicos, los resultados mostraron un recuento de aerobios mesófilos viables de menos de 10 UFC/ml, un recuento de coliformes de menos de 3 NMP/ml, un recuento de levaduras de menos de 1 UFC/ml y un recuento de mohos de menos de 1 UFC/ml. En resumen, se Conclusión que es factible producir una bebida fermentada funcional similar al kéfir a partir de lactosuero y leche de almendras, fortificada con sulfato ferroso.

**Palabras clave:** lactosuero, leche de almendras, kéfir, bebida fermentada kéfir

## ABSTRACT

The objective was to elaborate a functional fermented beverage, kefir type, from whey and almond milk fortified with ferrous sulfate. In the first stage, the optimal mixture of whey, almond milk and panela was determined by means of a mixture design, and in the second stage, the ideal amount of ferrous sulfate and the appropriate levels of °Brix were established by means of a Taguchi design. Subsequently, analyses of the physicochemical, microbiological and bioactive properties of the fermented beverage were carried out. Results the optimal formulation in stage I consisted of 45.4886% whey, 39.1114% almond milk, 9% panela, and constants such as CMC at 0.3%, kefir at 6%, and potassium sorbate at 0.05%. In stage II, the optimum fortification was 3.85% at a °Brix level of 14.7. The physicochemical and bioactive properties with the highest score T2 had a protein content of 2.9%, density 1.05 g/cm<sup>2</sup>, carbohydrates of 8%, total energy 7.9 Kcal/100g, fat of 1.4%, polyphenols of 605.22 mg GAE/100 ml, antioxidant capacity of 4.14 mmolTE/l. In microbiological analysis, the results showed a viable mesophilic aerobic count of less than 10 CFU/ml, a coliform count of less than 3 NMP/ml, a yeast count of less than 1 CFU/ml and a mold count of less than 1 CFU/ml. In summary, it was concluded that it is feasible to produce a functional fermented beverage similar to kefir from whey and almond milk, fortified with ferrous sulfate.

Key words: whey, almond milk, kefir, fermented kefir beverage.

## I. INTRODUCCIÓN

La bebida fermentada funcional tipo kéfir de lactosuero, leche de almendras fortificado con sulfato ferroso; es una bebida funcional debido a sus numerosos beneficios para la salud. Se trata de una bebida fermentada que se obtiene a partir de la combinación de lactosuero y leche de almendras con gránulos de kéfir, que son una mezcla de bacterias y levaduras beneficiosas. Las bebidas funcionales han ganado popularidad en la industria alimentaria, experimentando un crecimiento constante en su consumo. Este aumento se atribuye a la constante preocupación de los consumidores por llevar un estilo de vida saludable y optar por bebidas naturales, agradables al paladar y que proporcionen beneficios para la salud. En este contexto, las bebidas fortificadas han adquirido relevancia al agregar micronutrientes en su composición, con el propósito de abordar deficiencias específicas en la población.

El kéfir tiene sus raíces en la región del Cáucaso, donde se consumía tradicionalmente como una bebida fermentada que se creía que promovía la longevidad y la salud, a lo largo del tiempo, su popularidad se ha extendido a nivel global, y hoy en día, se encuentra disponible en muchas variedades, incluyendo kéfir de leche, kéfir de agua y kéfir de coco, lo que lo hace accesible para personas con diferentes preferencias alimenticias (Salazar, 2016).

Ramírez (2020) menciona que el kéfir se produce mediante la fermentación de la leche o el agua con los gránulos de kéfir. Durante este proceso, las bacterias y levaduras presentes en los gránulos metabolizan los azúcares y otros componentes de la leche o el agua, convirtiéndolos en compuestos beneficiosos como ácido láctico, vitaminas B y probióticos. La fermentación puede durar de 12 a 24 horas, dependiendo de la temperatura y las condiciones específicas. El kéfir es una bebida rica en nutrientes y compuestos bioactivos, incluyendo: Contiene una variedad de bacterias beneficiosas que pueden promover la salud intestinal y fortalecer el sistema inmunológico (Asadi et al., 2023).

CAPÍTULO I, se abordan principalmente las cuestiones metodológicas, comenzando con la exposición del problema, revisión de antecedentes, y la formulación de hipótesis.

CAPÍTULO II se centra en el marco teórico, que engloba una variedad de temas relacionados con la elaboración de barras nutritivas utilizando semillas de origen andino.

CAPÍTULO III detalla la metodología, los materiales y los procedimientos empleados para abordar los objetivos propuestos en la investigación.

CAPÍTULO IV se presentan los resultados obtenidos a lo largo del desarrollo de la investigación.

CAPÍTULOS V, VI y VII abordan respectivamente los resultados, las discusiones, las conclusiones y las recomendaciones derivadas de este estudio

## 1.1. Planteamiento del problema

La mejora de la eficiencia en la producción de kéfir utilizando lactosuero y leche de almendras enriquecida con sulfato ferroso es una estrategia para reducir residuos y promover la sostenibilidad.

Chen et al. (2022) menciona que el kéfir es un producto lácteo fermentado ampliamente reconocido por sus propiedades beneficiosas para la salud y su agradable sabor, ha sido tradicionalmente elaborado a partir de leche. Sin embargo, ha surgido un creciente interés en la fabricación de kéfir mediante el aprovechamiento del lactosuero, un subproducto generado en la industria láctea.

El lactosuero es una fuente rica en nutrientes, pero su gestión y disposición adecuadas representan un desafío para la industria debido a su alto contenido de materia orgánica y lactosa. La producción de kéfir a partir de lactosuero podría ofrecer una solución a este problema, aunque aún persisten obstáculos técnicos y científicos en esta área (Eleonor, 2020).

El suero de leche es un subproducto producido en gran cantidad por la industria láctea, y su manejo de forma respetuosa con el medio ambiente representa un importante desafío. Una opción prometedora consiste en la fabricación de kéfir a partir del suero de leche, ya que no solo podría reducir el impacto ambiental, sino también aprovechar sus ventajas nutricionales y probióticas. Sin embargo, la producción de kéfir a partir de suero de leche plantea varios problemas y retos que necesitan ser investigados a fondo (Alcón, 2022).

## 1.2. Descripción del problema

Actualmente los hábitos alimenticios deficientes en la sociedad se vienen dando por los cambios en el estilo de vida, que impulsan el consumo de alimentos procesados con elevados niveles de azúcar, sodio y grasas saturadas. Estos elementos contribuyen al aumento de riesgos asociados con enfermedades como desnutrición, anemia, diabetes, obesidad y trastornos cardiovasculares, según la información proporcionada por la Organización Mundial de la Salud (OMS) en 2021.

La cuestión en torno a la fabricación de kéfir a partir de suero de leche se refiere a la complicación de emplear el suero de leche, que es un subproducto de la producción de queso o yogur, como sustrato para obtener kéfir de manera eficiente y con resultados consistentes. El kéfir es una bebida fermentada probiótica que suele prepararse a partir de sustratos azucarados, pero se han explorado métodos para aprovechar el suero de leche en lugar de desecharlo como residuo. (Chen et al., 2022)

El suero de leche es una combinación de agua, lactosa, proteínas y otros elementos cuya composición puede variar según el tipo de queso o yogur del que proviene. Esta diversidad en la composición puede influir en la capacidad de las bacterias y levaduras del kéfir para llevar a cabo la fermentación de manera efectiva (Garrote et al., 2001).

### **1.3. Formulación del problema**

#### ***1.3.1. Problema general***

¿Será posible elaborar una bebida fermentada funcional tipo kéfir de lactosuero, leche de almendras fortificado con sulfato ferroso?

#### ***1.3.2. Problemas específicos***

¿Cuáles serán los parámetros óptimos en la elaboración de una bebida fermentada funcional tipo kéfir de lactosuero, leche de almendras y panela?

¿Cuál será la adición óptima del sulfato ferroso en la fortificación de la bebida fermentada funcional tipo kéfir de lactosuero y leche de almendras?

¿Cuál será la influencia en las propiedades organolépticas de la bebida fermentada funcional tipo kéfir de lactosuero, leche de almendras en la fortificación con sulfato ferroso?

## 1.4. Antecedentes

Se han llevado a cabo investigaciones tanto a nivel internacional como nacional que guardan relación con el tema que aborda el estudio actual:

### *1.4.1. Antecedentes internacionales*

Youn et al. (2022) en su investigación titulada *“Efecto de los postbióticos derivados de la bioconversión de extracto de orujo de cítricos y suero de leche mediada por bacterias del ácido láctico del kéfir sobre la obesidad y la disbiosis intestinal inducidas por una dieta rica en grasas”*. En este trabajo, el suero de leche y el extracto de orujo de cítricos (CPX), rico en polifenoles, fueron bioconvertidos por bacterias lácticas del kéfir (LAB) para crear un postbiótico altamente bioactivo para el control del peso. Para comparar los efectos de las administraciones orales de solución salina (CON), WHE, CPX y LAB de kéfir con comidas ricas en grasas que contenían WHE y CPX bioconvertidas por LAB de kéfir (CPB) durante cinco semanas, se administraron las dietas a ratones C57BL/6J. Tras la bioconversión de un precursor inactivo, el nivel de hesperetina, un posible tratamiento para la obesidad aumentó en el CPB. El grupo CPB demostró, en comparación con el grupo una disminución sustancial del crecimiento del peso corporal, de la relación peso del tejido adiposo/peso corporal, de la hipertrigliceridemia y de la anchura de los adipocitos, así como un aumento de la expresión de genes relacionados con la capacidad del tejido adiposo para quemar calorías (p 0,05). Contrariamente a la creencia popular, la cantidad de microbiota intestinal se asocia en comparación con el grupo CON, la producción de butirato fue considerablemente diferente en el grupo CPB. La prevalencia del microbiota intestinal Obesogénica y productora de butirato y los biomarcadores obesogénicos se correlacionaron significativamente. En conclusión, la bioconversión de LAB de kéfir

en CPX y WHE derivada de LAB puede ser útil en la lucha contra la obesidad y los trastornos relacionados con ella.

Hsieh et al. (2012) efectuaron una investigación titulada “*Efectos de la leche de vaca y de cabra como medio de fermentación sobre la ecología microbiana de los granos de kéfir azucarados.*” En el estudio buscaron el papel de la fermentación en el crecimiento de los granos y las características microbiológicas del kéfir azucarado. los medios de fermentación en el desarrollo de granos y rasgos microbiológicos en kéfir azucarado. utilizaron leche de vaca para fermentar los granos de kéfir azucarados. microorganismos que estaban presentes tanto en los granos como en el filtrado utilizando métodos independientes del cultivo, y luego evaluamos su dispersión. microscopía electrónica (MEB) También se utilizó microscopía de barrido (SEM) para examinar la estructura del grano. Cuando se compararon el azúcar moreno y la leche como medios de fermentación, los hallazgos de la identificación mostraron que había alteraciones notables en los perfiles ecológicos microbianos de los granos de kéfir endulzados y sus filtrados. Y la leche como medio de fermentación, los resultados de la identificación mostraron que había alteraciones notables en los perfiles ecológicos microbianos de los granos de kéfir endulzados y sus filtrados. En granos fermentados con azúcar moreno azúcar, se descubrieron tres especies de bacterias del ácido láctico (BAL): *Leuconostoc mesenteroides*, *Lactobacillus mali* y *Lactobacillus hordei*.

Revelo (2023) en su estudio titulado “*Elaboración de una bebida fermentada a partir de leche y lactosuero dulce con la adición de kéfir y pulpa de fruta.*” Utilicé nueve concentraciones diferentes de leche y suero para estudiar una bebida fermentada producida a partir de leche, suero dulce, kéfir y pulpa de fruta. Durante un total de cinco horas, estas mezclas se fermentaron a tres temperaturas diferentes. Se recogieron datos sobre el pH, los sólidos solubles y la acidez de los tratamientos a lo largo de cada hora

de fermentación. La combinación óptima se determinó mediante un diseño experimental de bloques completamente aleatorizados. La concentración de suero y leche se representó mediante el factor A, y la temperatura de fermentación, mediante el factor B. El T8, una mezcla de 50% de lactosuero y 50% de leche fermentada a 25°C, resultó ser el mejor tratamiento. Las características fisicoquímicas de este tratamiento fueron 0,83% de acidez, 4,69 de pH y 5,59 de sólidos solubles. En la evaluación sensorial participaron 11 estudiantes del programa de Agroindustria de la Universidad Técnica de Cotopaxi. El análisis microbiológico se realizó en el laboratorio de la universidad. Los recuentos de coliformes totales, *Escherichia coli*, mohos y levaduras fueron de 10 UFC/ml cada uno, pero los recuentos de aerobios mesófilos totales fueron de 60 UFC/ml. Se comprobó que *Listeria monocytogenes* estaba ausente y se situaba entre los límites mínimo y máximo.

Alvarado (2018) en su tesis titulado *“Desarrollo de un bioproceso para la obtención de una bebida funcional a partir de lactosuero en polvo y gránulos de kéfir”*

El objetivo de esta investigación era crear un método biológico para combinar suero en polvo y granos de kéfir con el fin de crear una bebida con cualidades útiles. Se encontró que un rango de temperatura de 20,0 a 36,0 °C y un rango de contenido de suero en polvo de 38,5% a 77,0% en peso producían la mayor concentración de kéfir a la vez que limitaban el crecimiento de levaduras, bacterias lácticas (BAL) y reducían el pH de la bebida funcional. Los valores óptimos fueron 199,4 mg de glucosa por mililitro de bebida, 9,74-108 UFC/ml de bacterias lácticas y 4,53-108 UFC/ml de levadura, que se determinaron tras validar modelos cuadráticos para cada variable utilizando una función de deseabilidad. Con una concentración de lactosuero en polvo del 71,4% y una temperatura de 29,3 °C, estos resultados se obtuvieron mediante. El modelo de deseabilidad se sometió a seis iteraciones en condiciones ideales

idénticas, y se concluyó que no hay una diferencia significativa ( $p = 0,05$ ) en los valores generados por el modelo. Se evaluó si las características físico-químicas y nutricionales (como proteínas, grasas, acidez, lactosa, viscosidad y contenido de alcohol) cumplían con los estándares establecidos en las normativas NTA INEN y NTA ANDINA. En cuanto al análisis sensorial, la bebida presentó un sabor amargo, un fuerte aroma a acético y una calificación de aceptabilidad que osciló entre 1 y 3 en una escala de 5 posibles.

Se determinó que la temperatura y el contenido de suero ideales eran  $25,0^{\circ}\text{C}$  y  $44,1\%$  (m/m), respectivamente, cuando el objetivo era maximizar la producción de kéfir. Este modelo también predijo que la concentración de  $209,72 \pm 9,77$  mg de equivalente de glucosa por mililitro (mg Glu/ml) se alcanzaría en estas condiciones. Tras tres pruebas adicionales se obtuvo un valor de  $216,06 \pm 14,40$  mg Glu/ml para corroborar este resultado, lo que indica que no hubo cambios significativos ( $p = 0,05$ ). Se extrajeron  $1,3$  g/l de kéfir de cinco lotes de 100 ml del caldo fermentativo elaborado en estas circunstancias.

Badillo (2014) en su tesis titulado “*Elaboración de una cerveza artesanal ‘ale’ tipo ‘stout’ con suero de leche como sustrato y granos de kéfir como sustituto de levadura*”

Utilizo suero de leche como base y granos de kéfir junto con *Saccharomyces cerevisiae* para elaborar una cerveza negra artesana. El suero rico en lactosa ayudó a los granos de kéfir a adaptarse al proceso de fermentación. Se utilizaron mezclas de cebada para elaborar cuatro fórmulas, y la primera y segunda fermentaciones tardaron 14 y 7 días, respectivamente, en fermentar.

La introducción de granos de kéfir en lugar de levadura disminuyó la formación de espuma y la estabilidad de la cerveza en contacto con el oxígeno porque los coloides proteínicos eran insuficientes para retener el  $\text{CO}_2$  que crea burbujas gaseosas. Según

una escala hedónica de 9 puntos, la muestra F150% destacó por su color y aroma, con un tono marrón oscuro y deliciosas características de malta tostada y café. Estos sabores, según los evaluadores no expertos, no dejaban indiferente a nadie..

Tarqui (2020) en su tesis titulado *“Comportamiento fisicoquímico del proceso de elaboración de helado con kéfir (Lactobacillus acidophilus y Lactobacillus delbrueckii) a diferentes concentraciones”*

Investigo cómo añadir leche fermentada con kéfir a la base del helado manteniendo sus características fisicoquímicas y sensoriales y haciéndolo similar a la leche entera. El objetivo es estandarizar el proceso de elaboración a la vez que se analiza cómo cambia el comportamiento fisicoquímico del helado de kéfir a distintas concentraciones. Además, se realizan evaluaciones fisicoquímicas y organolépticas, así como una valoración de los costes de producción del producto final.

El enfoque de nuestro estudio se centró en el kéfir, una variedad de leche fermentada con un nivel de acidez de 0,6 unidades de Dornic. Esta leche fermentada se incorporó a la base del helado en diferentes proporciones, que fueron del 25%, 50%, 75% y 100% de kéfir. Durante la evaluación sensorial, determinamos que la opción más favorable fue la que contenía un 75% de kéfir, ya que obtuvo la aprobación de los evaluadores en términos de color, aroma, sabor y textura del producto. Además, en el análisis fisicoquímico, observamos que esta mezcla tenía un pH de 4,47, un contenido total de grasa de 6,65 gramos por cada 100 gramos, 2,53 gramos de proteínas y 4,10 gramos de lactosa.

Para llevar a cabo el análisis sensorial, se formó un grupo de 30 individuos no especializados seleccionados de manera aleatoria. La concepción del producto se basó en el kéfir como fuente de inspiración. Se aplicó un enfoque de análisis organoléptico que incluyó el uso de análisis de varianza ANOVA, junto con un examen fisicoquímico

que abarcó el pH, la acidez, la grasa, la proteína y la lactosa. Se procedió a realizar un estudio de costos con relación a la producción de los tratamientos analizados, los cuales variaban en el porcentaje de kéfir utilizado. Los resultados obtenidos para cada tratamiento se describen a continuación: Se dividió una cantidad de tres litros de helado base en cuatro lotes: T1 con un 25% de kéfir (costo de Bs. 159,27), T2 con un 50% de kéfir (costo de Bs. 174,64), T3 con un 75% de kéfir (costo de Bs. 189,42) y T4 con un 100% de kéfir (costo de Bs. 205,39).

Alcón (2022) en su tesis titulado ***“Diseño y desarrollo para la obtención de bebidas fermentadas a partir de leche y suero de leche.”*** La investigación sobre los procedimientos, las bacterias lácticas y las materias primas necesarias para fabricar yogur probiótico, kumis, yogur kéfir y cerveza de suero sirvió de base para el desarrollo de estas bebidas. Los experimentos de elaboración se inician a partir de ocho bases y siete prototipos de producto, que se desarrollaron en el laboratorio utilizando tecnologías comparables. De acuerdo con los análisis de las normas reglamentarias, los prototipos finales se eligen mediante pruebas sensoriales pareadas, pruebas hedónicas, pruebas fisicoquímicas y pruebas externas de laboratorio. La investigación sobre los procedimientos, las bacterias lácticas y las materias primas necesarias para fabricar yogur probiótico, kumis, yogur kéfir y cerveza de suero sirvió de base para el desarrollo de estas bebidas. Los experimentos de elaboración se inician a partir de ocho bases y siete prototipos de producto, que se desarrollaron en el laboratorio utilizando tecnologías comparables. De acuerdo con los análisis de las normas reglamentarias, los prototipos finales se eligen mediante pruebas sensoriales pareadas, pruebas hedónicas, pruebas fisicoquímicas y pruebas externas de laboratorio.

La creación de estas bebidas se basó en la investigación de los procesos, las bacterias lácticas y las materias primas necesarias para elaborar yogur probiótico, kumis, yogur

kéfir y cerveza con suero. Ocho bases y siete prototipos de producto sirven de punto de partida para las pruebas de elaboración, que utilizan tecnologías similares a nivel de laboratorio para desarrollar las bases y los prototipos. Los prototipos finales se eligen mediante pruebas sensoriales pareadas, pruebas hedónicas, fisicoquímicas y pruebas de laboratorio externas de acuerdo con las normas reglamentarias. Con la ayuda de los resultados de la experimentación, se elaboró una propuesta de sistema de producción, ampliando los resultados del laboratorio y obteniendo los procedimientos, el equipo y el diseño de la infraestructura necesarios para gestionar una pequeña planta de producción.

#### ***1.4.2. Antecedentes nacionales***

Ramirez (2020) en su tesis titulado “*Actividad metabólica, viabilidad y exopolisacáridos de bacterias lácticas de granos de Kéfir liofilizado con potencial tecnológico en la región central*”. El objetivo del estudio era investigar la supervivencia metabólica, la síntesis de exopolisacáridos y el funcionamiento metabólico de las bacterias lácticas presentes en los granos de kéfir liofilizados. Se utilizaron diferentes cantidades de crioprotectores, como goma tara, CMC y maltodextrina (0, 20 y 50%), en un método para liofilizar granos de kéfir. El tipo y la cantidad de crioprotector fueron las variables independientes del experimento. Se realizaron seis experimentos con tres réplicas cada uno. La viabilidad de las bacterias lácticas, hongos y levaduras se midió mediante recuentos, y la producción de exopolisacáridos se evaluó empleando el método de biomasa con un 3% de granos de kéfir liofilizados en peso/volumen. Para evaluar la actividad metabólica de las bacterias lácticas, se utilizaron los métodos del pH y la acidez titulable. Los tratamientos T1 (4,53% de ácido láctico), T6 (4,44% de ácido láctico) y T5 (4,39% de ácido láctico) demostraron tener las características metabólicas más favorables.

Salazar (2016) en su tesis titulado ***“Actividad antibiótica de los granos de Kéfir en heridas infectadas en ratas blancas (rattus norvegicus)”***. En este estudio se utilizaron ratas blancas del bioterio de la Universidad Nacional Agraria La Molina como muestras biológicas para evaluar la eficacia antibacteriana de los granos de kéfir. Se utilizaron cuatro grupos de veinticuatro ratas, dos experimentales y dos de control. A todas las ratas se les practicaron incisiones en la región superior izquierda de la espalda, que luego se infectaron con bacterias gram (+) y gram (-), respectivamente, y se trataron con emplastos de granos de kéfir. Los resultados mostraron que los emplastos de granos de kéfir tenían un efecto antibacteriano en las heridas infectadas de las ratas del estudio, lo que los hace cruciales para la curación y la terapia de las heridas. Con el fin de aplicar los beneficios de los granos de kéfir para el tratamiento de heridas infectadas en personas, especialmente en pacientes diabéticos, se anima a seguir explorando los hallazgos del estudio.

Malma (2020) en su tesis titulado ***“Proceso homofermentativo de kéfir con bacterias probióticas típicas para prolongar su tiempo de vida útil”***. En este estudio, se propone un proceso homofermentativo para la producción de kéfir utilizando cepas probióticas comunes que aumentan la duración del producto. En este proceso, se establecieron parámetros de control, como el tiempo de activación, el período de incubación y la concentración del cultivo madre. Además, se llevaron a cabo análisis de las propiedades físico-químicas del kéfir final, como la viscosidad, el nivel de acidez y el pH, así como análisis microbiológicos que incluyeron la cantidad de células viables por mililitro (UFC/mL) y la detección de bacterias patógenas. Para investigar la vida útil del producto, se aplicaron dos métodos: uno basado en la estabilidad durante 36 días, que implicó el seguimiento de la cantidad de células viables, las variaciones en la viscosidad, el pH y la acidez, y se llevó a cabo una evaluación sensorial que señaló una vida útil preferida de 30 días. El segundo procedimiento, denominado almacenamiento acelerado, se realizó en un período de 48 horas, durante el cual se sometió el

kéfir a tres temperaturas distintas de almacenamiento (4 °C, 20 °C y 30 °C), y se estimó la tasa de crecimiento utilizando tanto los modelos de Baranyi-Roberts como el método tradicional. En consecuencia, se estableció que la vida útil fue de 30 y 40 días, respectivamente, empleando la ecuación de Labuza y Riboh.

Flórez (2019) en su tesis de maestría titulado “*Obtención de una bebida fermentada tipo Kéfir a partir de lactosuero ácido y leche*”. Se llevaron a cabo experimentos iniciales utilizando leche y suero ácido con el propósito de crear una bebida fermentada similar al kéfir. Estos ensayos permitieron identificar factores de estudio como el suero ácido (L), los gránulos de kéfir (G) y la temperatura de fermentación (T). Utilizando tres factores de entrada, con valores de L: 25% y 50%, G: 3% y 5%, y T: 25°C y 40°C, cada uno en dos niveles, se empleó un diseño factorial 2<sup>3</sup> para generar un total de 8 muestras. Se evaluaron tanto la materia prima (suero ácido y leche) como las propiedades fisicoquímicas de las 8 muestras, incluyendo la densidad, la acidez, el pH, los sólidos solubles y las proteínas. Luego, se analizaron los datos de pH y acidez de las muestras mediante un análisis de varianza (ANOVA) con interacción utilizando el software Statgraphics Plus. Posteriormente, se sometieron las muestras a una evaluación sensorial en la que participaron 12 jueces semientrenados y se utilizó una escala hedónica de 7 puntos. Los resultados indicaron que la muestra M7 obtuvo las calificaciones más altas en términos de apariencia, sabor y olor. La muestra M7 se produjo con una composición de 25% de L, 5% de G y una temperatura de 40°C, y presentó una proteína de 4,54, una densidad de 1,0638 g/ml, un pH de 4,6, una acidez de 0,74% de ácido láctico y un contenido de sólidos solubles del 7%. Se observó que un aumento en uno de los niveles de las variables de estudio afecta tanto el valor del pH y la acidez como la aceptación por parte de los consumidores de la bebida fermentada.

## **1.5. Objetivos**

### ***1.5.1. Objetivo general***

Elaborar una bebida fermentada funcional tipo kéfir de lactosuero, leche de almendras fortificado con sulfato ferroso

### ***1.5.2. Objetivos específicos***

1. Determinar los parámetros óptimos en la elaboración de una bebida fermentada funcional tipo kéfir de lactosuero, leche de almendras y Panela
2. Determinar la adición optima del sulfato ferroso en la fortificación de la bebida fermentada funcional tipo kéfir de lactosuero y leche de almendras
3. Determinar la influencia en las propiedades organolépticas de la bebida fermentada funcional tipo kéfir de lactosuero, leche de almendras en la fortificación con sulfato ferroso

## 1.6. Justificación de la investigación

La investigación de una bebida fermentada tipo kéfir de lactosuero y leche de almendras fortificado con sulfato ferroso es importante desde perspectivas nutricionales, de salud, ambientales, tecnológicas y científicas. Puede conducir a la creación de productos alimenticios innovadores, la reducción de residuos y el avance en el conocimiento científico. Estas razones justifican el interés y la inversión en la investigación de este tema (Gao & Zhang, 2019).

Como aprovechamiento de residuos de la industria láctea como es el lactosuero un subproducto que se genera en grandes cantidades y, a menudo, se desecha o trata como residuo. Investigar el kéfir de lactosuero ofrece la oportunidad de convertir este residuo en un producto útil y valioso, lo que puede tener beneficios económicos y ambientales al reducir la contaminación y el desperdicio (Youn et al., 2022).

Desde el punto nutricional el kéfir de lactosuero y leche de almendras puede ser una fuente rica de nutrientes, incluidas proteínas de alta calidad, vitaminas, minerales y compuestos bioactivos. Comprender su composición nutricional y sus potenciales beneficios para la salud puede ser relevante para la alimentación y la nutrición (Huillca Avila, 2021).

También en el tema de la Salud y bienestar se ha sugerido que el kéfir de lactosuero podría tener beneficios para la salud debido a su contenido de probióticos y otros compuestos bioactivos. Investigar sus efectos en el microbiota intestinal y su posible contribución a la mejora de la salud digestiva y la función inmunológica es importante (Dimitrellou et al., 2009).

En parte en industria alimentaria la producción de kéfir de lactosuero puede ser una oportunidad para la diversificación de productos lácteos y la creación de alimentos funcionales. Esto puede ser relevante para la industria alimentaria y puede abrir nuevas posibilidades comerciales.

También Investigar la fermentación del kéfir de lactosuero implica estudiar procesos microbiológicos y bioquímicos que pueden tener aplicaciones más amplias en la industria alimentaria y de biotecnología. La investigación del kéfir de lactosuero puede contribuir al conocimiento científico sobre microbiología, fermentación y ciencia de alimentos, lo que puede tener aplicaciones en otras áreas de investigación y desarrollo. En cuanto a la utilización del lactosuero para producir kéfir podría ser considerada una práctica más sostenible en la industria láctea, ya que reduce la generación de residuos y puede tener un menor impacto ambiental en comparación con la eliminación convencional del suero (Altuntas & Hapoglu, 2019).

## **1.7. Hipótesis**

### ***1.7.1. Hipótesis general.***

Influye significativamente la fortificación con sulfato ferroso en la bebida fermentada funcional tipo kéfir de lactosuero, leche de almendras fortificado con sulfato ferroso

## II. MARCO TEÓRICO

### 2.1. Marco conceptual

#### 2.1.1. *Bebida fermentada funcional kéfir*

El kéfir es un ejemplo de una bebida fermentada con propiedades funcionales, siendo una bebida densa y ligeramente burbujeante que se obtiene mediante la fermentación de leche o líquidos vegetales con la ayuda de microorganismos simbióticos conocidos como "granos de kéfir". Estos gránulos de kéfir contienen una mezcla de bacterias ácido-lácticas y levaduras beneficiosas que transforman los azúcares presentes en la leche o líquidos vegetales en ácido láctico y otros compuestos beneficiosos durante el proceso de fermentación. El kéfir se considera funcional debido a sus potenciales beneficios para la salud. Algunos de los posibles efectos positivos del kéfir incluyen (Hsieh et al., 2012)

El kéfir ofrece una destacada fuente de probióticos, los cuales son microorganismos que benefician el funcionamiento del sistema digestivo. Estos probióticos tienen el potencial de promover un equilibrio saludable de bacterias en el intestino y, por ende, contribuir a una mejora en la digestión (Farag et al., 2020).

Asimismo, se ha planteado la posibilidad de que el consumo frecuente de kéfir pueda fortalecer el sistema inmunológico gracias a la presencia de probióticos y compuestos bioactivos en su composición, lo que podría llevar a una mejoría en la salud inmunológica

Garrote et al. (2001) menciona que el kéfir es una fuente rica de nutrientes como proteínas, calcio, vitamina K2, y vitaminas del grupo B. Puede ayudar en la digestión de la lactosa en personas con intolerancia a la lactosa debido a la actividad de las bacterias lácticas presentes en el kéfir.

Gao & Zhang (2019) afirma que algunos estudios han sugerido que el kéfir puede tener propiedades antimicrobianas que pueden ayudar a combatir infecciones.

Es relevante notar que el kéfir puede ser preparado utilizando varios tipos de leche, como la de vaca, cabra, oveja, e incluso líquidos vegetales como el agua de coco, lo que lo convierte en una elección adaptable para aquellos con distintas preferencias dietéticas. Asimismo, hacer kéfir en casa es relativamente sencillo si se cuenta con los granos de kéfir adecuados y se siguen las instrucciones de fermentación apropiadas. Sin embargo, es esencial mantener normas de higiene y seguridad alimentaria al momento de preparar y consumir kéfir

### **Figura 1**

*bebida fermentada funcional de lactosuero de kefir*



*Nota.* Bebida de lactosuero con gránulos de kéfir reproducida de (Eleonor, 2020)

<https://www.mundodeportivo.com/uncomo/comida/receta/como-hacer-suero-de-leche-50934.html>

### A. Valor nutricional de la bebida funcional de lactosuero y gránulos de kéfir

Hsieh et al., (2012) afirma la composición nutricional de una bebida de kéfir de suero de leche con propiedades funcionales puede diferir dependiendo de la marca y la receta particular empleada en su elaboración. A pesar de estas variaciones, en términos generales, el kéfir de suero de leche es una bebida que ofrece una abundancia de nutrientes y probióticos beneficiosos para la salud

**Tabla 1**

#### *Composición Nutricional de la Bebida Funcional Tipo Kefir*

<b>Componentes</b>	<b>Valor nutricional por 100 ml</b>
Energía	40 a 60 kcal
Grasas	1 a 2 g
Carbohidratos	3 a 4 g
Potasio	120 a 150 mg
Proteínas	2 a 3 mg
fosforo	80 a 100 mg
Calcio	100 a 150 mg
Vitaminas y Minerales	Vitamina del grupo B como la riboflavina

*Nota.* Composición nutricional según (Hsieh et al., 2012)

### B. Origen de kéfir de agua

La creación de este alimento se atribuye a dos zonas del mundo, pero su origen es un poco incierto. La región del Cáucaso, situada entre Europa Oriental y Asia Occidental, es donde se cree que se originó, a pesar de que se trata de una afirmación casi imposible de confirmar. Sin embargo, la primera vez que se escribió sobre ella fue en 1855, durante la guerra de Crimea. Desde entonces, los soldados ingleses han promovido los beneficios para la salud del kéfir de agua, los mismos beneficios que impulsaron a la Madre Teresa de Calcuta a decidir traerlo a América para mejorar la nutrición de la gente (M'hir et al., 2023).

Es la nueva tendencia vegana y saludable. No es casualidad que este fermento contenga probióticos, que son microorganismos famosos en todo el mundo por las numerosas ventajas

que aportan al organismo. Para elaborar el kéfir de agua se utilizan nódulos de Tibicus, un cultivo de bacterias y levaduras ventajosas capaces de producir varias especies de pre y probióticos sin necesidad de productos lácteos o animales (Rosa et al., 2017).

## Figura 2

### *Gránulos de Kéfir de agua*



Nota. Gránulos de kéfir reproducida de (La voz, 2019) <https://www.lavoz.com.ar/espacio-de-marca/por-que-esta-de-moda-kefir-de-agua/>

### **2.1.2. Almendras (*Prunus dulcis*)**

Las almendras son un tipo de fruto seco que proviene del árbol del almendro (*Prunus dulcis*). Son conocidas por su sabor suave y delicado y se utilizan en una variedad de formas en la cocina, desde comerlas como aperitivo hasta usarlas en recetas dulces y salada (León & Solís, 2012)

Hernández & Zacconi (2009) menciona que existen dos tipos principales de almendras: dulces y amargas. Las almendras dulces son comestibles y se utilizan en una amplia gama de alimentos y preparaciones, desde bocadillos hasta pasteles y helados. Las almendras amargas

contienen compuestos tóxicos y no son aptas para el consumo directo; sin embargo, se utilizan en la fabricación de productos como el extracto de almendra amarga.

Hernández & Zacconi (2009) afirma que las almendras son una excelente fuente de nutrientes y tienen varios beneficios para la salud. Son ricas en grasas saludables, especialmente ácidos grasos monoinsaturados y poliinsaturados, proteínas, fibra, vitamina E, magnesio y otros minerales. Se ha demostrado que el consumo regular de almendras puede ayudar a reducir el riesgo de enfermedades cardíacas, controlar el azúcar en sangre y apoyar la salud del cerebro. Huang et al. (2023) también mencionan que las almendras se pueden consumir de diversas maneras, como aperitivo, tostadas, en ensaladas, mezcladas en yogur, en forma de mantequilla de almendras o incluso en forma de leche de almendras, que es una alternativa a la leche de origen animal. También se utilizan en la repostería para hacer pasteles, galletas, tartaletas y otros postres en una variedad de cocinas internacionales. Por ejemplo, en la cocina española, se usan en la elaboración del "turrón" y en la famosa sopa "ajo blanco". En la cocina marroquí, las almendras se utilizan en platos como el cuscús con almendras y pasas. También son un ingrediente clave en platos de Oriente Medio, como el baklava. software

#### **A. Origen de las almendras (*Prunus dulcis*)**

Holcombe et al. (2024) mencionan que las almendras son originarias de la región que abarca desde el suroeste de Asia hasta el Mediterráneo oriental. Su cultivo se remonta a miles de años atrás, y se cree que las almendras salvajes fueron una de las primeras nueces en ser cultivadas por los seres humanos. La domesticación de este árbol y la selección de variedades mejoradas se realizaron a lo largo de siglos.

Históricamente, las almendras han sido un alimento importante en muchas culturas. Se han encontrado evidencias de su cultivo en antiguas civilizaciones como la egipcia y la griega, donde eran consideradas un alimento valioso y se utilizaban en una variedad de preparaciones

culinarias y medicinales. Con el tiempo, las almendras se propagaron por Europa y otras partes del mundo (Zheng et al., 2021).

Hoy en día, las almendras se cultivan en numerosos países, siendo los principales productores Estados Unidos, España, Irán, Marruecos y Turquía. Se utilizan en una amplia gama de alimentos y productos, desde bocadillos hasta pasteles y productos lácteos, debido a su versatilidad y valor nutricional.

### **B. Clasificación taxonómica de las almendras (*Prunus dulcis*)**

La clasificación taxonómica de las almendras, que se obtienen del árbol *Prunus dulcis*, es la siguiente

**Tabla 2**

#### *Clasificación Taxonómica (Prunus dulcis)*

<b>Clasificación taxonómica de las almendras</b>	
Reino:	Plantae (Plantas)
División:	Magnoliophyta (Angiospermas)
Clase:	Magnoliopsida (Dicotiledóneas)
Orden:	Rosales
Familia:	Rosaceae (Rosáceas)
Sub familia:	Amygdaloideae
Genero:	Prunus
Especie:	Prunus dulcis

*Nota.* La clasificación dada según (Iorio et al., 2019)

### C. Composición nutricional de leche de almendra

La composición nutricional de la leche de almendras puede variar según la marca y la forma en que se prepare, pero aquí te proporcionaré una estimación general de los valores nutricionales para una taza (240 ml) de leche de almendras sin azúcar añadido (Abdullah et al., 2018)

**Tabla 3**

#### *Valor nutricional de leche almendras*

<b>Composición nutricional de 240 ml. de leche de almendras</b>	
Calorías:	30-40 calorías aprox.
Grasa:	2.5-3 gramos.
Carbohidratos:	1-2 gramos
Proteínas:	1 gramo
Calcio:	450-500 mg
Hierro:	0.2-0.4 mg
Magnesio:	20-30 mg
Potasio:	180-200 mg

*Nota.* Reproducida de (Abdullah et al., 2018)

### D. Beneficios de leche de almendras

La leche de almendras es una opción común en lugar de la leche de vaca y presenta diversos beneficios, aunque es fundamental tener en cuenta que estos pueden diferir según las personas y sus necesidades personales. A continuación, se mencionan algunos posibles beneficios de la leche de almendras (Gallier et al., 2012)

Es importante destacar que, aunque la leche de almendras tiene muchos beneficios, no es adecuada como sustituto nutricional completo para bebés y niños pequeños, ya que no proporciona todos los nutrientes necesarios para su crecimiento y desarrollo.

Además, las versiones sin fortificar pueden carecer de ciertos nutrientes esenciales, como calcio y vitamina B12, que se encuentran en la leche de vaca (Iacono et al., 2008)

### ***2.1.3. Bebidas funcionales***

Las bebidas funcionales son aquellas que contienen ingredientes o aditivos específicos diseñados para proporcionar beneficios adicionales a la salud más allá de la hidratación básica. Estos ingredientes adicionales pueden incluir vitaminas, minerales, hierbas, extractos de plantas, antioxidantes, probióticos y otros compuestos bioactivos. El concepto detrás de las bebidas funcionales es que pueden mejorar la salud o el bienestar de quienes las consumen (Asadi Touranlou et al., 2023).

Es importante tener en cuenta que, si bien estas bebidas pueden tener beneficios para la salud, también pueden contener ingredientes o aditivos que podrían ser perjudiciales si se consumen en exceso. Siempre es aconsejable leer las etiquetas y consultar con un profesional de la salud antes de incorporar cualquier bebida funcional a tu dieta, especialmente si tienes condiciones médicas específicas o tomas medicamentos (Gallier et al., 2012).

#### **A. Bebida fortificada**

Holcombe et al. (2024) mencionan que son productos líquidos que se han enriquecido con nutrientes adicionales, como vitaminas, minerales y otros compuestos beneficiosos para la salud. Estas bebidas se crean con el objetivo de proporcionar una fuente conveniente de nutrientes esenciales que pueden ser beneficiosos para la salud.

Es importante tener en cuenta que, aunque las bebidas fortificadas pueden ser una fuente conveniente de nutrientes adicionales, no deben reemplazar una dieta equilibrada y variada. Es fundamental obtener la mayoría de los nutrientes a través de una alimentación balanceada que incluya una variedad de alimentos frescos y saludables. Las bebidas fortificadas a menudo se recomiendan para personas con necesidades nutricionales específicas, como mujeres

embarazadas, niños en crecimiento, personas mayores o personas con deficiencias nutricionales (Medina Hinojosa et al., 2020).

### **B. Bebida fortificada con hierro**

Karim & Aider (2022) Se señala que las bebidas enriquecidas con hierro son aquellos productos que han sido mejorados con la adición de hierro, un mineral vital para el organismo humano. El hierro desempeña un papel esencial en la producción de hemoglobina, una proteína presente en los glóbulos rojos que transporta el oxígeno desde los pulmones a todas las células del cuerpo. La falta de hierro puede dar lugar a la anemia, una condición que se caracteriza por síntomas como fatiga, debilidad y otros. Es crucial examinar las etiquetas de los productos para determinar su contenido de hierro y la cantidad presente. Además, es esencial recordar que la asimilación del hierro puede ser influenciada por otros alimentos o bebidas que se consuman. Por ejemplo, la vitamina C puede potenciar la absorción del hierro, mientras que el calcio y el té pueden disminuirla. Por tanto, mantener una dieta equilibrada y buscar la orientación de un profesional de la salud en caso de preocupaciones acerca de los niveles de hierro o la necesidad de ingerir productos enriquecidos con este mineral resulta fundamental (Rimada & Abraham, 2001).

#### **2.1.4. Sulfato ferroso $FeSO_4$**

El sulfato ferroso es un compuesto químico ampliamente empleado como un suplemento alimenticio de hierro y para abordar la insuficiencia de hierro en el cuerpo. Su composición química se representa mediante la fórmula  $FeSO_4$  y está constituido por hierro, azufre y oxígeno (Wang et al., 2023).

La insuficiencia de hierro es una afección médica en la que el organismo no dispone de suficiente hierro para producir la cantidad necesaria de hemoglobina, una proteína presente en los glóbulos rojos encargada de transportar el oxígeno a través del cuerpo.

El sulfato ferroso se utiliza para incrementar los niveles de hierro en el cuerpo y tratar condiciones como la anemia por deficiencia de hierro, que es una forma común de anemia causada por la escasez de hierro (Udayaraj et al., 2023).

Por lo general, el sulfato ferroso se administra en forma de tabletas o solución oral y se ingiere por vía oral. Es esencial seguir las recomendaciones de un profesional de la salud para su uso, ya que un exceso de hierro en el organismo puede ser perjudicial. Los efectos secundarios habituales del sulfato ferroso abarcan malestar estomacal, estreñimiento y alteraciones en el color de las heces (Li et al., 2022).

Es relevante subrayar que el sulfato ferroso es simplemente una de las diversas variantes de suplementos de hierro que se encuentran en el mercado. La selección de la forma y cantidad adecuada de suplemento de hierro debe estar respaldada por las orientaciones de un experto en salud, tras efectuar análisis para medir los niveles de hierro en la sangre y evaluar las necesidades particulares del paciente (Tavčar et al., 2023).

#### **A. dosificación del sulfato ferroso y reacciones adversas en el tratamiento**

Abbasi et al. (2021) mencionan que el sulfato ferroso es un suplemento de hierro que se utiliza para tratar o prevenir la deficiencia de hierro en el organismo.

Se puede administrar por varias vías, dependiendo de la situación clínica y las necesidades del paciente. Las vías de administración más comunes para el sulfato ferroso incluyen según (Tao et al., 2020).

**Vía oral:** Esta es la forma más común de administrar sulfato ferroso. Se presenta en tabletas, cápsulas o soluciones líquidas. Se recomienda tomarlo con el estómago vacío o con alimentos para mejorar la absorción del hierro. Sin embargo, puede causar efectos secundarios gastrointestinales, como malestar estomacal o estreñimiento.

**Vía intravenosa:** En casos graves de deficiencia de hierro o cuando la absorción oral es deficiente, se puede administrar sulfato ferroso mediante una inyección intravenosa.

Esto proporciona una absorción rápida y completa del hierro en el torrente sanguíneo. Esta vía se utiliza generalmente en entornos hospitalarios y bajo supervisión médica.

**Vía intramuscular:** En algunas situaciones, el sulfato ferroso se puede administrar mediante una inyección intramuscular. Sin embargo, esta vía es menos común que la vía oral o intravenosa.

Jianle et al. (2022) Se sostiene que la administración de sulfato ferroso podría desencadenar reacciones adversas en ciertos individuos. Por lo tanto, es fundamental que se consuma bajo la supervisión de un profesional de la salud, quien proporcionará pautas específicas

Es crucial resaltar que los efectos secundarios pueden variar según la persona, y no todos los individuos experimentarán estos efectos. Es recomendable siempre consultar a un profesional de la salud antes de iniciar cualquier suplemento de hierro y seguir sus recomendaciones respecto a la dosis y la duración del tratamiento. En caso de experimentar efectos secundarios graves o inquietantes, es imperativo contactar de inmediato a un profesional de la salud (Huang et al., 2015).

#### ***2.1.5. Evaluación sensorial***

la evaluación sensorial de alimentos es una herramienta esencial en la industria alimentaria para garantizar la calidad y la satisfacción del consumidor. Ayuda a entender cómo los alimentos se perciben a través de los sentidos y permite realizar mejoras en los productos para cumplir con las expectativas de los consumidores (Watanabe et al., 2023).

es un proceso sistemático utilizado para evaluar las características organolépticas de los alimentos, es decir, cómo se perciben a través de los sentidos. Los principales sentidos que se utilizan en la evaluación sensorial de alimentos son la vista, el olfato, el gusto, el tacto y, en algunos casos, el oído. Esta evaluación se realiza para determinar la calidad

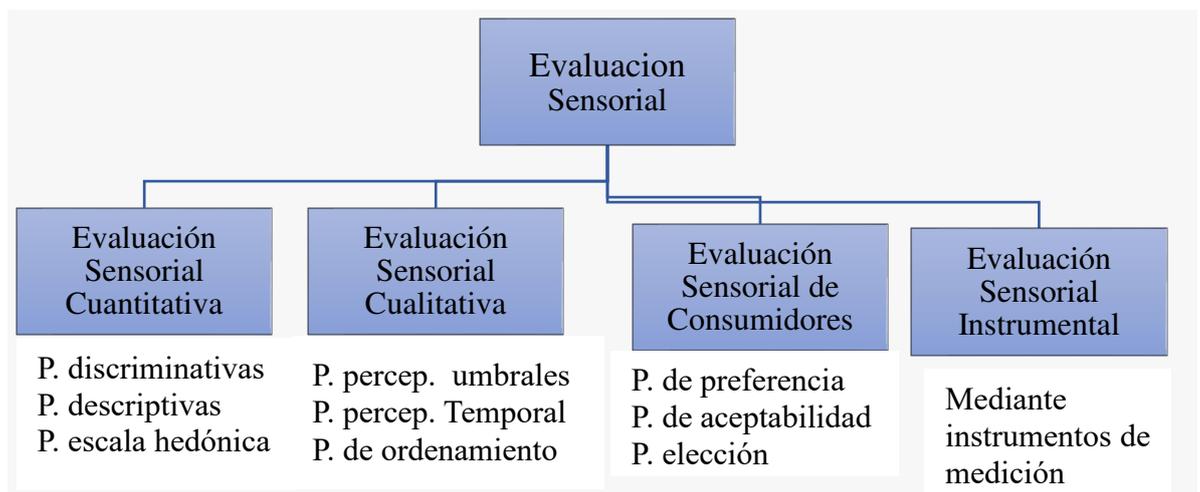
de un producto alimenticio, identificar posibles defectos, desarrollar nuevos productos o mejorar los existentes, y comprender las preferencias del consumidor (Akasapu & Uppaluri, 2023)

### A. clasificación de la evaluación sensorial

Las técnicas de evaluación sensorial se pueden clasificar en diferentes categorías según varios criterios. A continuación, se presenta una clasificación general basada en los principales enfoques (Yu et al., 2023)

**Figura 3**

#### *Clasificación de la Evaluación Sensorial*



*Nota.* Estas son algunas de las principales categorías de evaluación sensorial en alimentos según (Yu et al., 2023)

### III. MÉTODO

#### 3.1. Tipo de investigación

La investigación aplicada se caracteriza por su enfoque en la utilización práctica de los hallazgos de la investigación con el propósito de abordar problemas o perfeccionar situaciones en la vida cotidiana. (Lozada, 2014).

##### 3.1.1. Nivel de investigación

Se clasifica en la categoría de enfoque cuantitativo, ya que se concentra en la recolección y examen de información numérica y estadística con el fin de abordar preguntas de investigación y verificar hipótesis (Sampieri, 2018).

##### 3.1.2. Diseño de investigación

Se utiliza un diseño experimental porque es un enfoque metodológico utilizado en la investigación científica para estudiar relaciones causales entre variables. Con este diseño se manipulará las s variables independientes para observar los cambios que afectan a una variable dependiente, mientras controla o mantiene constantes otras variables potencialmente influyentes.

#### 3.2. Ámbito temporal y espacial

De mayo a septiembre de 2023, el estudio se realizó en los laboratorios de procesos agroindustriales de la Universidad Nacional Federico Villareal.

#### 3.3. Variables

##### 3.3.1. Variable independiente (VI)

X1. Bebida fermentada funcional de lactosuero, leche de almendras

##### 3.3.2. Variable dependiente (VD)

Y1. Fortificación con sulfato ferroso

### 3.3.3. Operacionalización de variables

**Tabla 4**

#### *Operacionalización de Variables*

<b>Variables</b>	<b>Dimensión</b>	<b>Indicadores</b>
<b>VI.</b> Bebida fermentada funcional de lactosuero, leche de almendras	- Optimización de la mezcla - Propiedades organolépticas	- Proporciones de leche de almendras y panela - Aceptabilidad sensorial
<b>VD.</b> Fortificación con sulfato ferroso	- Calidad nutricional - Calidad sanitaria	- Contenido de fenoles y capacidad antioxidante - Microorganismos patógenos

## 3.4. Población y Muestra

### 3.4.1. Población de estudio

En el presente estudio la población muestral está conformado por el conjunto de almendras obtenidos del supermercado Wong-Lima y la leche de vaca obtenidos de la planta piloto de lácteos de la Universidad Nacional Agraria la Molina

El sulfato ferroso elaborado por Laboratorios Portugal S.R.L obtenido de la empresa Inka Farma Perú.

### 3.4.2. Muestra poblacional

La población de muestra incluye 7 kilogramos de almendras, 20 litros de leche y 9 cajas de sulfato ferroso.

### 3.4.3. Muestreo

Se optó por emplear el método de muestreo aleatorio simple, ya que este enfoque permite seleccionar una muestra representativa de una población, donde cada elemento de la población tiene una probabilidad idéntica de ser seleccionado.

### 3.5. Instrumentos

#### 3.5.1. *Técnicas de recolección de datos*

- A. La Técnica que se utilizó en la presente investigación fue envase a encuestas y/o cuestionarios estructurados que se realizaron mediante una escala hedónica 5 PUNTOS los cuales se han formulado a los estudiantes de la escuela profesional de ingeniería agroindustrial de la UNFV con el objetivo de recopilar información sobre sus opiniones, actitudes, preferencias
- B. Técnica experimental fue para controlar variables en la segunda etapa de la investigación para probar hipótesis se manipularon la variable dependiente y se observaron cómo afecta a una variable independiente, los datos se recopilaron mediante técnica en condiciones controlados.

#### 3.5.2. *Instrumentos de recolección de datos*

En la presente investigación se realizó mediante Una escala hedónica de 5 puntos que es un instrumento de medición utilizada en la investigación de mercado y la psicología del consumidor para evaluar y medir la satisfacción o el agrado de una persona hacia un producto, servicio, experiencia o cualquier otro objeto de interés. La palabra "hedónico" se refiere a la búsqueda de placer y satisfacción.

##### **A. La recolección de datos se realizó en 2 etapas como sigue:**

##### **Etapa I**

Se llevó a cabo a través de un experimento que empleó un programa de prueba llamado Design Expert 13, que consistió en la combinación de tres componentes diferentes en dos niveles, con el fin de identificar posibles disparidades entre los tratamientos mediante un análisis de varianza (ANOVA) en el que se utilizó un umbral de significancia de  $p$ -valor  $< 0,05$ , y se compararon las medias utilizando el método de Fisher

##### **Etapa II**

En esta fase, se empleó un diseño Taguchi de L932 con tres factores y tres niveles. Los resultados fueron evaluados a través de Minitab 21, una versión de prueba que aplicó un análisis de varianza (ANOVA) y consideró el criterio de un valor de p-valor inferior a 0.05. Esto señala la existencia de diferencias estadísticas entre los tratamientos con relación a las variables de respuesta, utilizando el método de Fisher para comparar las medias.

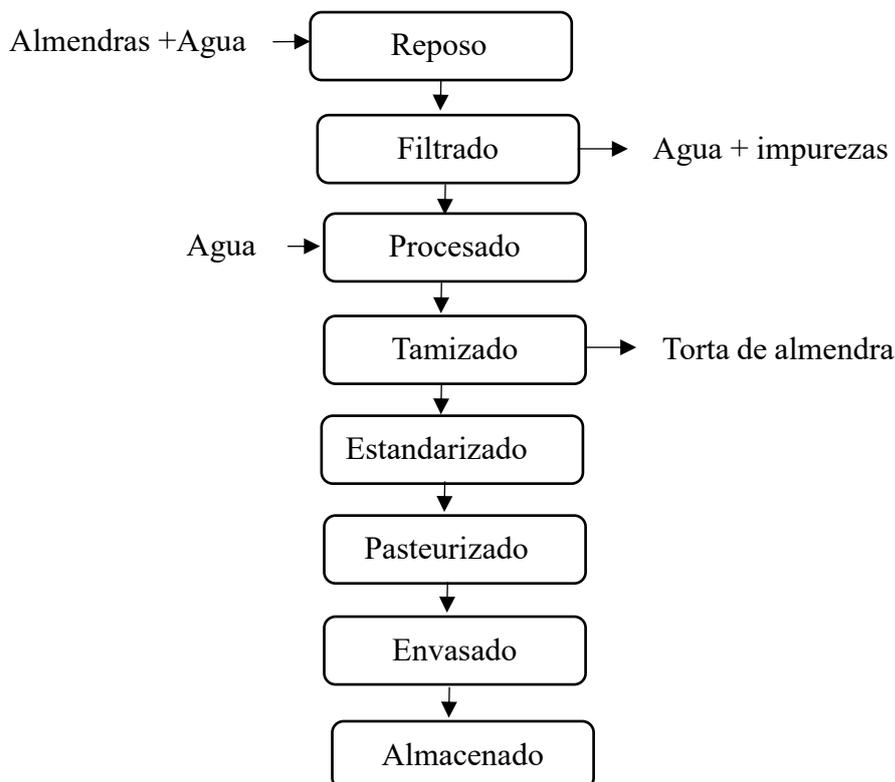
### 3.6. Procedimientos

#### 3.6.1. *Proceso productivo de leche de almendras*

A continuación, se presenta el proceso de elaboración de leche de almendra

**Figura 4**

*Diagrama de flujo de Elaboración de Leche de Almendras*



### ***3.6.2. Descripción del proceso***

El proceso de elaboración de leche de almendras se realizó según lo recomendado por(Caldas, 2018)

#### **A. Reposo**

Las almendras fueron remojadas por un tiempo de 7 horas la relación agua y almendras fue de 1:1

#### **B. Filtrado**

Se separo el agua mediante un proceso simple el agua que no fue absorbida por las almendras remojadas

#### **C. Procesado**

El procesamiento industrial para reducir el tamaño del fruto se realizó en procesadora de alimentos en un tiempo de 4 minutos

#### **D. Tamizado**

Se realizo de manera manual en un tamiz de tela donde ingresaron las almendras procesadas para separar el agua de la torta

#### **E. Pasteurizado**

Operación donde la leche de almendras es sometida a temperatura de ebullición por 5 minutos con la finalidad de reducir la carga microbiana y asegurar la inocuidad del producto.

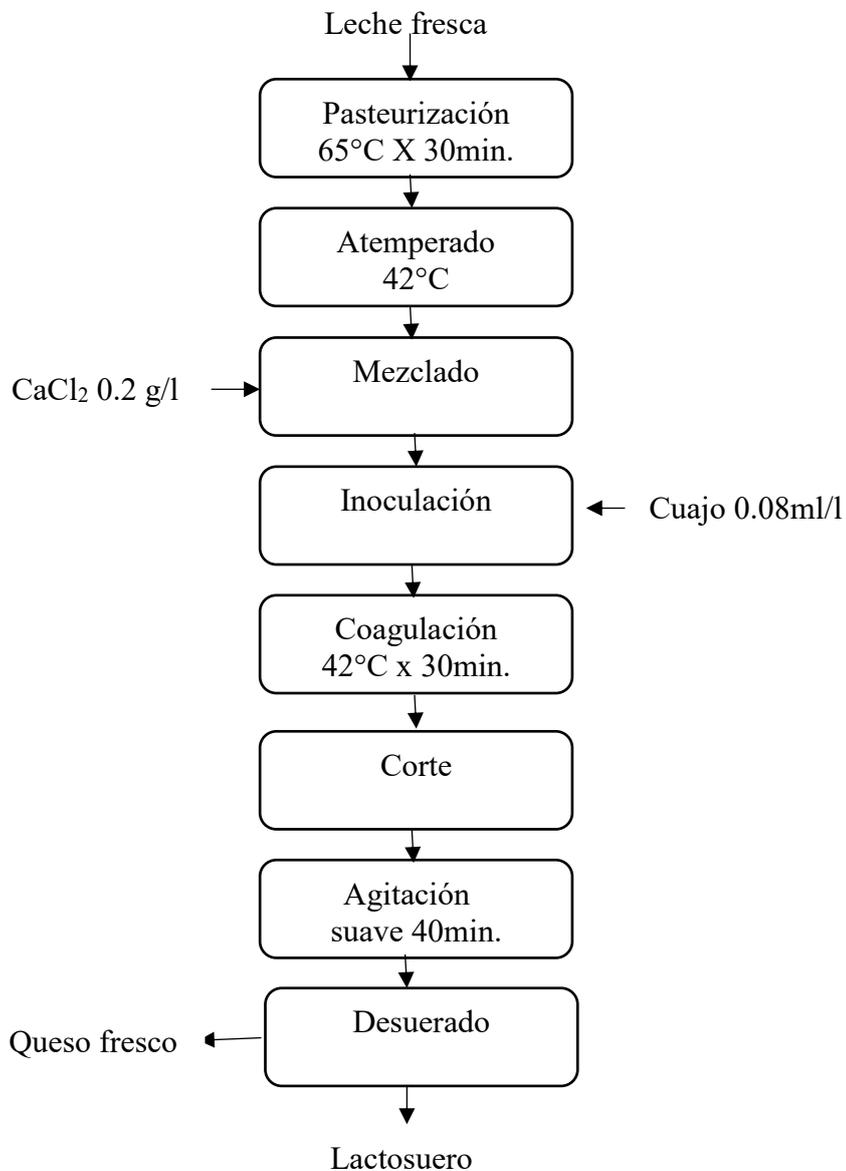
#### **F. Envasado.**

El producto se sometió a un enfriamiento rápido para luego envasar en botellas de vidrio de capacidad de un litro

### ***3.6.3. Proceso productivo de lactosuero***

A continuación, se presenta el proceso de elaboración de Lactosuero.

Figura 5

*Diagrama de Flujo de la Elaboración de Lactosuero**3.6.4. Descripción del proceso elaboración de Lactosuero***A. Pasteurización**

la leche fresca se pasteurizo a una temperatura de 65°C por 30 minutos con el objetivo de reducir la carga microbiana patógena.

**B. Atemperado**

En esta operación se realizó un enfriado de la leche pasteurizada hasta que baje a una temperatura de 42 °C

**C. Mezclado**

Donde a la leche se añadió cloruro de calcio 0.2 gramos por cada litro de leche.

**D. Inoculación**

previo al mezclado se añadió el cuajo en una cantidad de 0.08 mililitros por cada litro de leche.

**E. Coagulación**

se realizó la coagulación a una temperatura constante de 42 °C por un tiempo de 30 minutos

**F. Corte**

Se realizó el corte para facilitar el desuerado con una lira de un 2 cm entre cuerda y cuerda

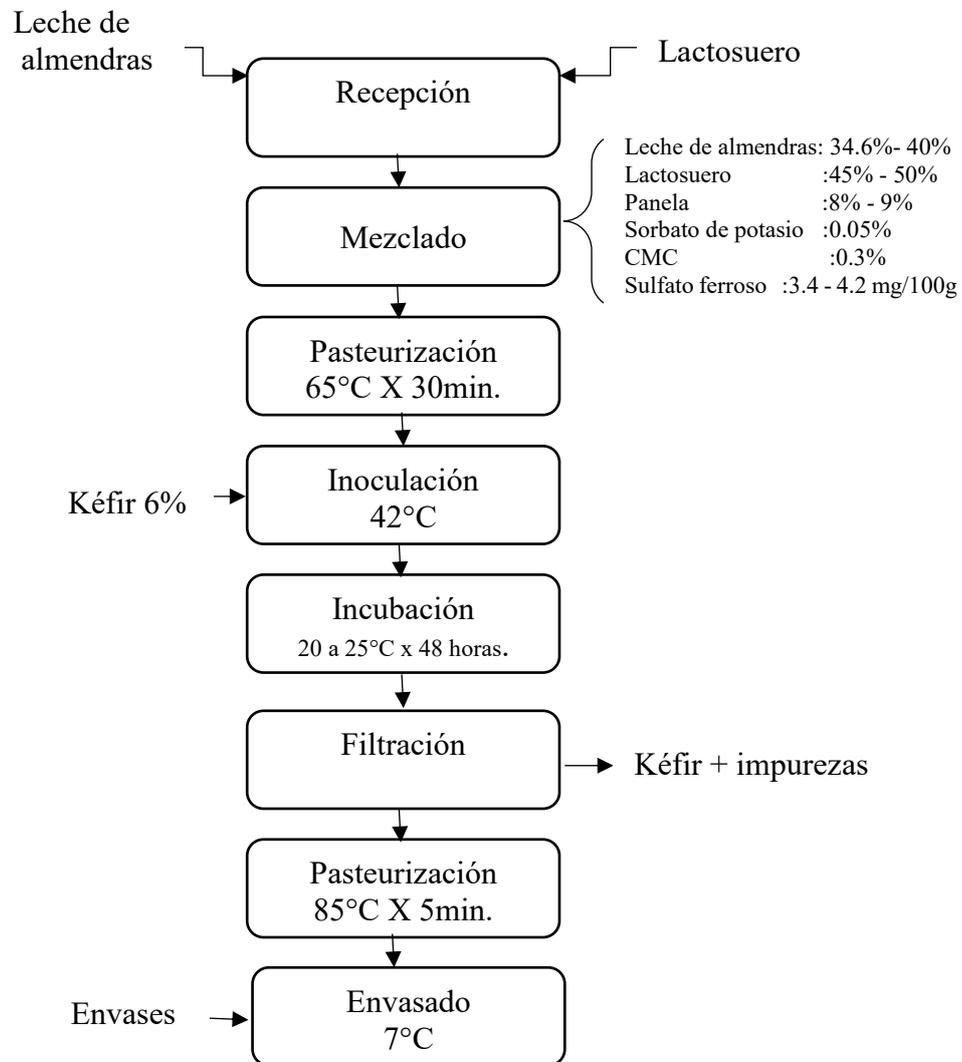
**G. Agitación**

Se agitó suavemente por un tiempo de 40 minutos con el objetivo de separar el suero del queso

**H. Desuerado**

Se realizó la separación del lactosuero del queso con el uso de una tela tul

Figura 6

*Diagrama de Flujo de la Elaboración de Bebida Fermentada Funcional Tipo Kéfir*

### 3.7. Análisis de datos

#### 3.7.1. Diseño estadístico

##### A. Etapa I

En la tabla 5 se muestra los tratamientos establecidos por el diseño estadístico

##### Restricción de componentes en el diseño

- Leche de almendras X1: 34.6%- 40%
- Lactosuero X2 :45% - 50%
- Panela X3 :8% - 9%

$$\%X1+X2+X3=93.6\%$$

**Tabla 5**

#### *Diseño Estadístico de Mezclas Obtenido por Software Desing Expert 13*

Tratamientos	Variables Independientes%			Variables Respuesta			
	Lactosuero	Leche De Almendras	Panela	Color	Olor	Sabor	Consistencia
1	45.5	39.1	9.0				
2	45.0	40.0	8.6				
3	47.8	37.3	8.5				
4	50.0	34.6	9.0				
5	47.8	37.3	8.5				
6	46.2	39.4	8.0				
7	46.2	39.4	8.0				
8	45.0	40.0	8.6				
9	50.0	35.6	8.0				
10	45.5	39.1	9.0				

Se establecieron los componentes constantes de la mezcla que son 0.3% de CMC y kéfir de agua 6%, con estos valores se obtiene la mezcla óptima de lactosuero, leche de almendras y panela el cual se utilizara en la etapa II las diferencias significativas de los tratamientos se realizara mediante el uso de un ANOVA de acuerdo con los modelos matemáticos posibles.

**Tabla 6*****Características Fisicoquímicas Inicial de la mezcla de la Bebida de kéfir***

Tratamientos	Variables Independientes%			Variables Respuesta			
	Lactosuero	Leche De Almendras	Panela	pH <sub>1</sub>	pH <sub>2</sub>	°Brix <sub>1</sub>	°Brix <sub>2</sub>
1	45.5	39.1	9.0	6.2	4.7	16	13.2
2	45.0	40.0	8.6	6.4	4.9	15.6	12.7
3	47.8	37.3	8.5	6.6	4.8	15.3	12
4	50.0	34.6	9.0	6.8	5.1	15.2	11.9
5	47.8	37.3	8.5	6.6	4.8	15.3	12
6	46.2	39.4	8.0	5.8	4.4	15	11.7
7	46.2	39.4	8.0	5.8	4.4	15	11.7
8	45.0	40.0	8.6	6.4	4.9	15.6	12.7
9	50.0	35.6	8.0	6.8	5.1	15.2	11.9
10	45.5	39.1	9.0	6.2	4.7	16	13.2

*Nota.* Donde pH<sub>1</sub> (inicial) pH<sub>2</sub>(final) °Brix<sub>1</sub>(inicial) °Brix<sub>1</sub>(final) respectivamente

**Etapa II**

Se realizó mediante el diseño robusto de Taguchi con arreglo ortogonal de  $L_9(3)^2$  con 2 factores y 3 niveles mediante el uso del software minitab 21 versión de prueba

**Tabla 7*****Diseño Experimental de Taguchi  $L_9(3)^2$*** 

Factores de control	Niveles			Unidad
	1	2	3	
°Brix	14.7	15.6	16.5	
Sulfato Ferroso	3.40	3.85	4.30	mg/100g

El diseño robusto de Taguchi generó un conjunto de 9 experimentos, los cuales se evaluaron como indicativos del nivel de aceptación general de la bebida funcional fermentada de kéfir, tomando en cuenta el sulfato ferroso como la variable principal de estudio.

**Tabla 8*****Diseño experimental robusto de Taguchi***

Tratamientos	Factores		V. Respuesta
	°Brix	Sulfato Ferroso mg/100g	Aceptabilidad
1	14.7	3.40	
2	14.7	3.85	
3	14.7	4.30	
4	15.6	3.40	
5	15.6	3.85	
6	15.6	4.30	
7	16.5	3.40	
8	16.5	3.85	
9	16.5	4.30	

***3.7.2. Análisis estadístico***

El análisis estadístico se realizó con el uso del software Desing Expert 13 versión de prueba en la primera etapa donde se calculó las estadísticas descriptivas básicas para resumir los datos y una prueba de normalidad si los datos siguen una distribución normal el análisis estadístico de una escala hedónica implica la recopilación de datos, la descripción de los datos, pruebas estadísticas, análisis comparativos y la presentación efectiva de los resultados.

En la segunda etapa se utilizó el software minitab 21 versión de prueba donde se calculó las variables mediante el diseño robusto de Taguchi

***3.7.3. Análisis fisicoquímico proximal*****A. Determinación de pH**

Método NMX-F-317-S (1978)

**Procedimiento**

Consistió en sumergir el electrodo del potenciómetro digital calibrado con buffer 4, 7 y 9 en la mezcla inicial y final de la bebida fermentada funcional tipo kéfir

### **B. Determinación de la acidez total**

Se realizó mediante el Método AOAC 2016

#### **Procedimiento**

Se preparo 5 ml de muestra y se añadió agua destilada y posteriormente 2 a 3 gotas de fenolftaleína. se realiza la titulación con hidróxido de sodio a 0.1 N se calcula con la formula siguiente

$$\%Acido\ lactico = \frac{(V - Vb)(N\ NaOH)(meq\ de\ acido\ lactico)(fd)}{Peso\ de\ la\ muestra}$$

Donde:

V: volumen de NaOH gastado en la muestra

Vb: volumen de NaOH gastado en el blanco

N: Normalidad

Fd: factor de conversión del acido láctico

### **C. Determinación de °Brix**

Se realizo por el método NTP 203.072:1997 Revisada al 2016

#### **Procedimiento**

Se realizo mediante el uso de un refractómetro calibrado de 0 a 50 para medir los grados brix de la bebida fermentada inicial y al final del fermento

### **D. Determinación de Densidad**

Se realizo mediante el método AOAC 932.14B

#### **Procedimiento**

La medición se realizó siguiendo un proceso que comenzó con la pesada del picnómetro en condiciones limpias, secas y sin contenido. Luego, se llenó con cuidado con agua destilada a 20 °C para evitar la formación de burbujas en su interior. Tras esto, se selló herméticamente utilizando un termómetro para cerrar la abertura de llenado, se secaron los bordes, se colocó la tapa y se dejó que el exceso de agua rebosara. A continuación, se procedió a secar la superficie exterior del picnómetro antes de pesarlo. Una vez completado este proceso, se procedió a determinar la densidad de la bebida, anotar la masa del picnómetro con la dilución, repetir el mismo procedimiento y actualizar los datos en la ecuación.

$$Densidad = \frac{(mp + m) - (mp)}{(mp + a) - (mp)}$$

Donde:

Mp: masa del picnómetro

Mp+m: masa del picnómetro más muestra

Mp+a: masa del picnómetro más agua

#### **E. Determinación de Proteína**

Se empleó el procedimiento de Kjeldahl de acuerdo con la normativa AOAC (2016), especificada en el método 920.152. Para determinar la cantidad de proteína total, se aplicó un factor de 6.25 en los cálculos.

#### **F. Determinación de grasa**

Para calcular el contenido de grasas en la bebida fermentada funcional de almendras y lactosuero, se utilizó el procedimiento 920.177 recomendado por la AOAC (2016).

#### **G. Determinación de capacidad antioxidante**

Según Brand-Williams et al. (1995), la definición se llevó a cabo mediante la técnica estándar del DPPH (1,1-difenil-2-picril-hidrazilo). Al principio, una muestra de 50 L que ya

había sido diluida se combinó con 950 L de una solución de DPPH que tenía 100  $\mu\text{mol/L}$  del producto químico. Después, se dejó reaccionar la combinación durante 20 minutos mientras se medía la absorbancia a 515 nm. Para expresar los resultados se utilizó la unidad de medida milimoles de Trolox equivalente por litro (mmol TE/L).

#### **H. Determinación de polifenoles**

En el proceso de cuantificación se siguió el procedimiento sugerido por Singleton et al. (1999). Inicialmente, se obtuvieron 20 L de la muestra y se mezclaron con 750 L de una solución Folin-Ciocalteu (0,2 N), 1080 L de agua destilada y 15 mL de la mezcla de la muestra. Se dejó reaccionar la mezcla durante cinco minutos antes de añadir 750 mL de carbonato sódico al 7,5%, y se dejó continuar la reacción durante dos horas. Se tomaron lecturas de absorbancia a 725 nm. Para expresar los resultados se utilizaron miligramos de equivalente de ácido gálico por 100 mililitros (mg GAE/100 mL).

#### **I. Determinación del color**

Se realizó mediante el software en línea ([www.colorhexa.com](http://www.colorhexa.com))

##### **Procedimiento**

Se empleó el método de análisis de imágenes para evaluar el color, el cual implicó la toma de una pequeña cantidad de 2 a 3 mL de muestra, que fue depositada en una celda de plástico UV-visible, mientras se tomaban nota y se registraban los valores RGB correspondientes.

Los cuadros de colores se crearon mediante la conversión de los valores RGB a  $L^*$ ,  $a^*$  y  $b^*$  utilizando la interfaz del software en línea (<http://www.colorhexa.com>) Posteriormente, se calcularon el croma ( $C^*ab$ ) y el tono ( $h_{ab}$ ) utilizando las ecuaciones siguientes

#### **3.7.4. Análisis Microbiológico**

Se realizó según la recomendación de International Commission On Microbiological Specifications For Foods

Se empleó el método de cultivo y separación de microorganismos, en el cual se cultivaron los microbios utilizando un medio de cultivo específico. Fue factible separar microorganismos específicos mediante el uso de un medio selectivo. Luego, se procedió a la identificación de estos microorganismos mediante pruebas bioquímicas y el análisis de sus características de crecimiento.

#### **3.7.5. Análisis sensorial**

Se utilizó una escala hedónica con un rango de 1 a 5 puntos para evaluar las emociones en las etapas uno y dos. 50 estudiantes de la escuela profesional de ingeniería agroindustrial de la UNFV participaron en esta evaluación para juzgar el tono, el sabor, la consistencia y la aceptabilidad del producto, entre otros factores.

Los datos se examinaron mediante análisis de varianza para el análisis estadístico. Para determinar si existían variaciones notables entre los tratamientos, se evaluó cada tratamiento propuesto en relación con cada característica de respuesta. Se ejecutó la prueba de comparaciones múltiples de Fisher en caso de que se descubrieran diferencias significativas.

.

## IV. RESULTADOS

### 4.1. Análisis de resultados

Análisis de la materia prima

**Tabla 9**

*Resultados del Análisis Inicial de la Materia Prima*

Muestra	°Brix	pH	%Acidez
leche de almendra	1.4	6.8	0.002
Lactosuero	6.8	6.5	0.09

*4.1.1. Determinación del porcentaje óptimo de lactosuero, leche de almendras y panela en la elaboración de una bebida fermentada funcional tipo kéfir*

**Tabla 10**

*Resultados para la Optimización de la Bebida Fermentada*

	Variables Independientes%			Variables Respuesta				
	Tiramientos	Lactosuero	Leche De Almendras	Panela	Color	Olor	Sabor	Consistencia
1		45.5	39.1	9.0	4.6	4,2	3.7	4.1
2		45.0	40.0	8.6	4.2	4.3	2.6	4.2
3		47.8	37.3	8.5	3.7	3.2	4.4	2.9
4		50.0	34.6	9.0	4.8	2.5	4.7	2.3
5		47.8	37.3	8.5	3.6	3.2	4.3	2.7
6		46.2	39.4	8.0	3.1	4	4.1	3.8
7		46.2	39.4	8.0	3.2	4.1	4.2	3.9
8		45.0	40.0	8.6	4.3	4.3	2.7	4.3
9		50.0	35.6	8.0	4.7	2.6	4.6	2.4
10		45.5	39.1	9.0	4.6	4.3	3.7	4

**Evaluación sensorial del color**

El análisis estadístico se llevó a cabo utilizando el programa Desing Expert 13 y se muestra en la tabla 11, lo que sugiere que el modelo cuadrático es apropiado para evaluar la variable de interés.

**Tabla 11**

*ANOVA Para el Modelo Matemático Aplicado al Color*

modelo	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F	P	R <sup>2</sup>
Cuadrático	1.71	3	0.5705	152.13	0.0001	0.9967

**Tabla 12**

*ANOVA Para el Modelo Matemático Cuadrático*

Fuente	Suma de cuadrados	GL	Media de cuadrados	Valor F	P-Valor	
<b>Modelo</b>	3.60	5	0.7202	192.05	< 0.0001	significativo
<sup>(1)</sup> LinearMixture	1.89	2	0.9448	251.94	< 0.0001	
AB	0.8503	1	0.8503	226.75	0.0001	
AC	0.0523	1	0.0523	13.94	0.0202	
BC	0.0072	1	0.0072	1.92	0.2379	
<b>Pure Error</b>	0.0150	4	0.0037			
<b>Cor Total</b>	3.62	9				

La ecuación ajustada al modelo cuadrático para el color se muestra.

$$Y = 5.74 * A + 3.44 * B + 19.19 * C - 4.70 * AB - 22.81 * AC - 8.49 * BC$$

Donde:

A=Lactosuero

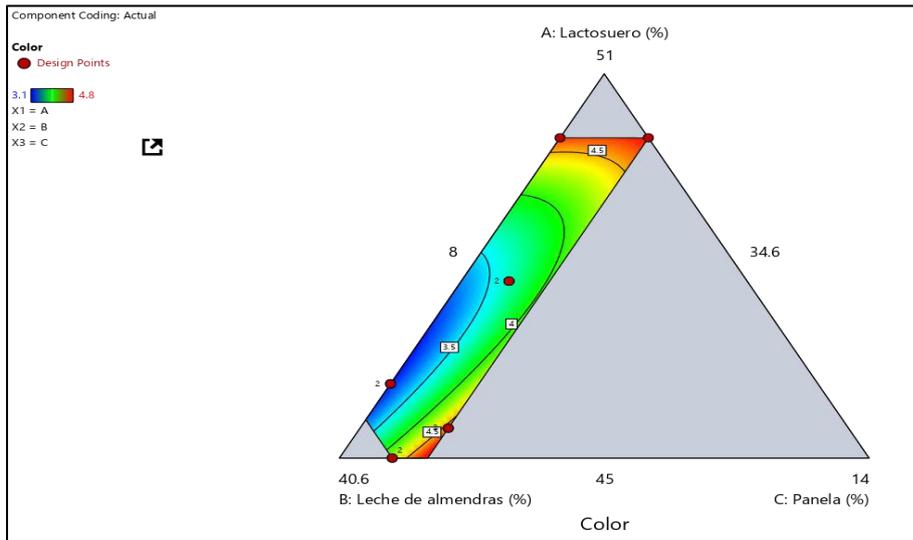
B=Leche de almendras

C=Panela

En este contexto, podemos observar la figura 7 y 8 donde se muestra cómo el color se ve directamente afectado por la cantidad panela, ya que, al aumentar la cantidad de panela, el color se vuelve más oscuro.

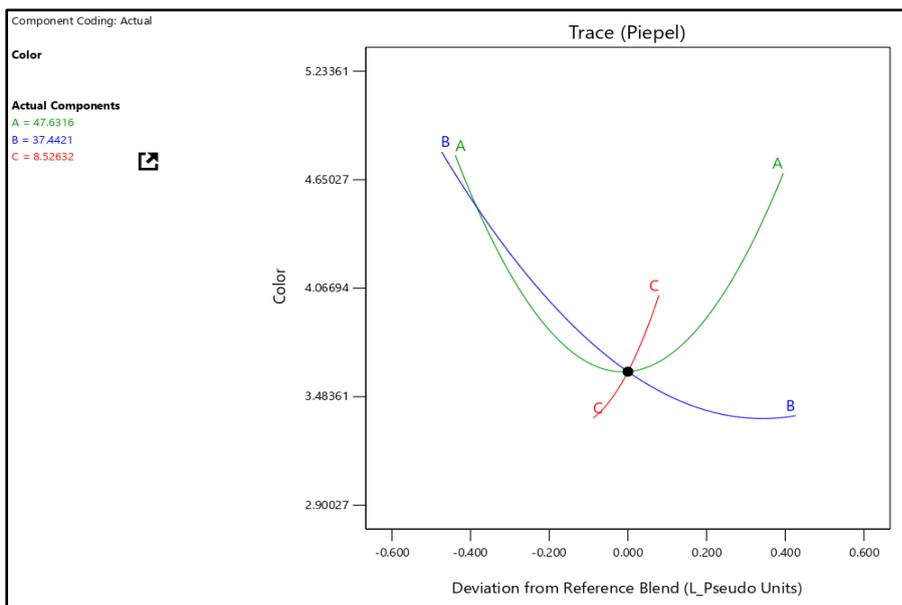
**Figura 7**

*Grafica Superficie de Contornos del Color*



**Figura 8**

*Trazos Cox para Análisis del Color de la Bebida*



### Evaluación del olor

La evaluación estadística se realizó empleando el software Design Expert 13 y se presenta en la tabla 13, indicando que el modelo lineal es adecuado para analizar la variable de interés.

**Tabla 13**

#### *ANOVA Para el Modelo Matemático Aplicado al Olor*

modelo	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F	P	R <sup>2</sup>
Lineal	4.96	2	2.48	235.20	0.0001	0.9967

**Tabla 14**

#### *ANOVA Para el Modelo Matemático Lineal*

Fuente	Suma de cuadrados	GL	Media de cuadrados	Valor F	P-Valor
Modelo	4.96	2	2.48	255.20	< 0.0001 significativo
Residual	0.0680	7	0.0097		
Lack of fit	3.62	3	0.0227		

La ecuación ajustada al modelo cuadrático para el olor se muestra.

$$Y = 2.10 * A + 4.43 * B + 4.29 * C$$

Donde:

A=Lactosuero

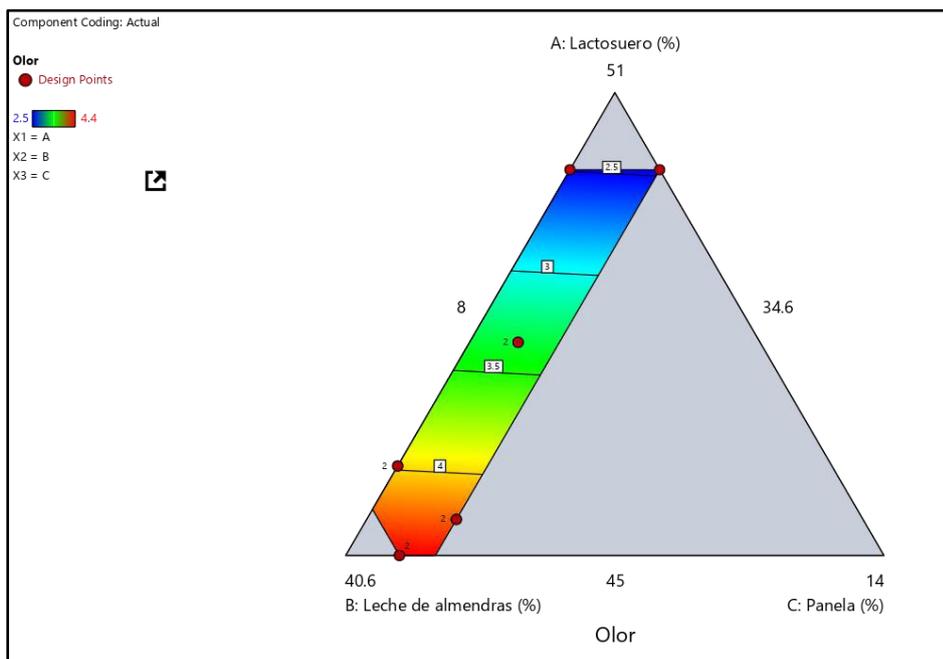
B=Leche de almendras

C=Panela

En este contexto, podemos observar la figura 9 y 10 la cual muestra cómo el olor se ve directamente afectado por la cantidad leche de almendras, ya que, al aumentar la cantidad de leche de almendras, el olor es más intenso

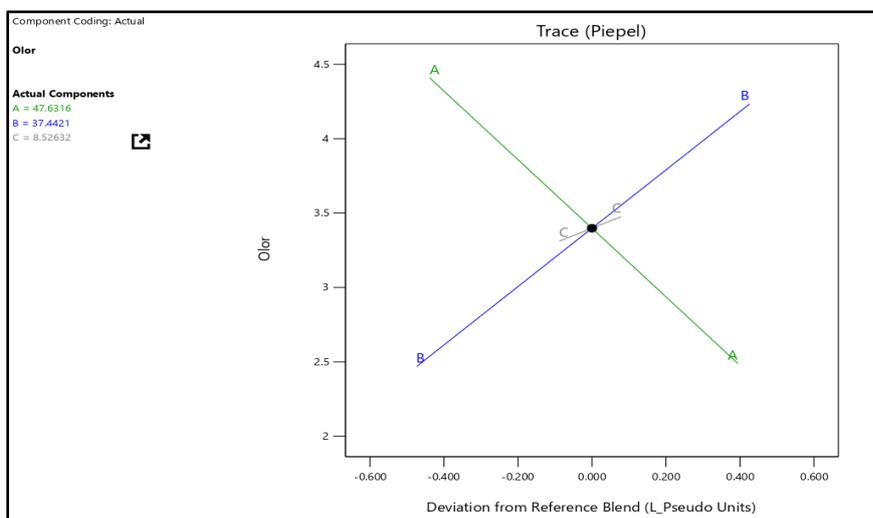
**Figura 9**

*Grafica Superficie de Contornos del Olor*



**Figura 10**

*Trazos Cox para el Análisis del Olor*



### Evaluación del sabor

El estudio estadístico fue realizado empleando el software Desing Expert 13 y se presenta en la tabla 15, lo que indica que el modelo cuadrático resulta adecuado para la evaluación de la variable de interés.

**Tabla 15**

#### *ANOVA Para el Modelo Matemático Aplicado al Sabor*

modelo	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F	P	R <sup>2</sup>
Cuadrático	1.55	3	0.5171	137.88	0.0002	0.9931

**Tabla 16**

#### *ANOVA Para el Modelo Matemático Cuadrático*

Fuente	Suma de cuadrados	GL	Media de cuadrados	Valor F	P-Valor	
<b>Modelo</b>	4.86	5	0.9730	259.47	< 0.0001	significativo
<sup>(1)</sup> LinearMixture	3.31	2	1.66	441.84	< 0.0001	
AB	1.11	1	1.11	296.32	< 0.0001	
AC	0.6121	1	0.6121	163.22	0.0002	
BC	0.6998	1	0.6998	186.62	0.0002	
<b>Pure Error</b>	0.0150	4	0.0037			
<b>Cor Total</b>	4.88	9				

La ecuación ajustada al modelo cuadrático para el Sabor se muestra.

$$Y = 3.99 * A + 3.15 * B + 73.46 * C + 5.37 * AB - 78.28 * AC - 83.66 * BC$$

Donde:

A=Lactosuero

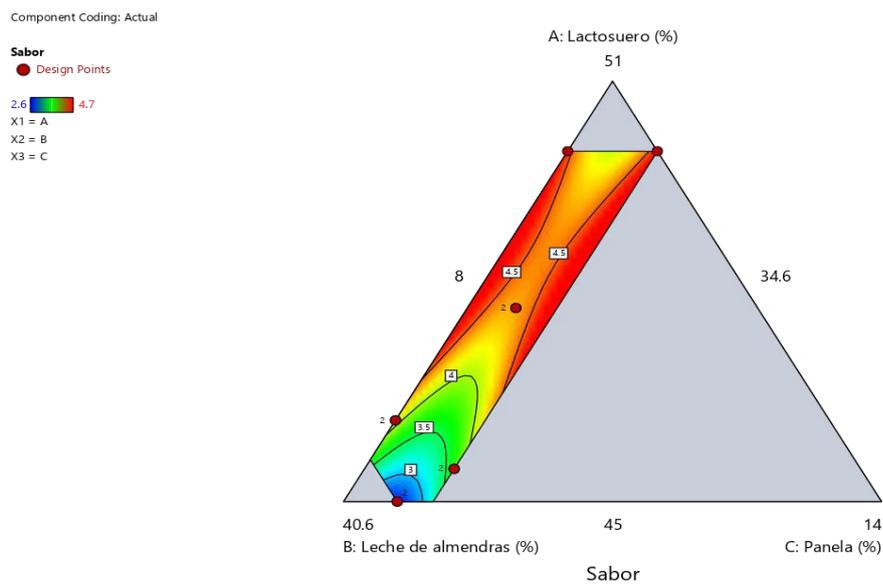
B=Leche de almendras

C=Panela

En este contexto, podemos observar la figura 11 y 12, donde se muestra cómo el sabor se ve directamente afectado por la cantidad de lactosuero, ya que, al aumentar la cantidad de lactosuero, el sabor es más intenso.

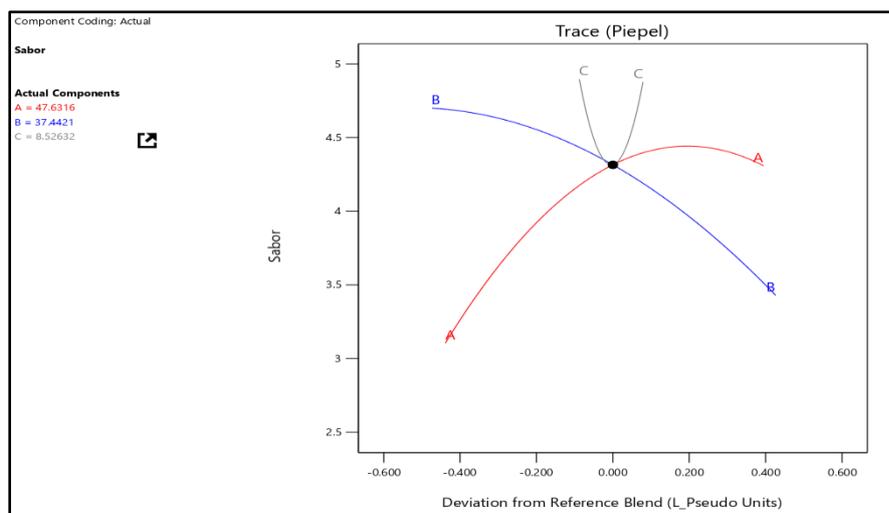
**Figura 11**

*Grafica Superficie de Contornos del Sabor*



**Figura 12**

*Trazos Cox para el Análisis del Sabor*



### Evaluación de la consistencia

Se realizó un análisis estadístico empleando el software Desing Expert 13, cuyos resultados se presentan en la tabla 17. Estos resultados indican que el modelo cuadrático es adecuado para la evaluación de la variable de interés.

**Tabla 17**

#### *ANOVA Para el Modelo Matemático Aplicado a la Consistencia*

modelo	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F	P	R <sup>2</sup>
Cuadrático	0.2422	3	0.0807	9.23	8	0.9860

**Tabla 18**

#### *ANOVA Para el Modelo Matemático Cuadrático*

Fuente	Suma de cuadrados	GL	Media de cuadrados	Valor F	P-Valor	
<b>Modelo</b>	5.59	5	1.12	127.75	0.0002	significativo
<sup>(1)</sup> LinearMixture	5.35	2	2.67	305.53	<0.0001	
AB	0.1149	1	0.1149	13.13	0.0223	
AC	0.0794	1	0.0794	9.08	0.0394	
BC	0.0749	1	0.0749	8.56	0.0430	
<b>Pure Error</b>	0.0350	4	0.0087			
<b>Cor Total</b>	5.62	9				

La ecuación ajustada al modelo cuadrático para el Sabor se muestra.

$$Y = 2.25 * A + 4.57 * B + 26.03 * C - 1.73 * AB - 28.20 * AC - 27.36 * BC$$

Donde:

A=Lactosuero

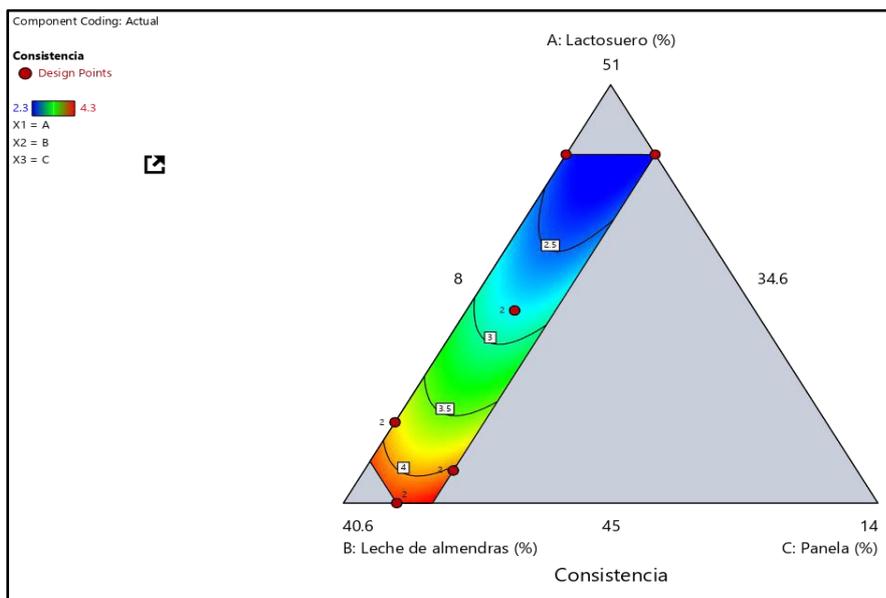
B=Leche de almendras

C=Panela

En este contexto, podemos observar la figura 13 y 14 donde se muestra cómo la consistencia se ve directamente afectado por la cantidad de leche de almendra, ya que, al aumentar la cantidad de leche de almendra, el sabor es más intenso.

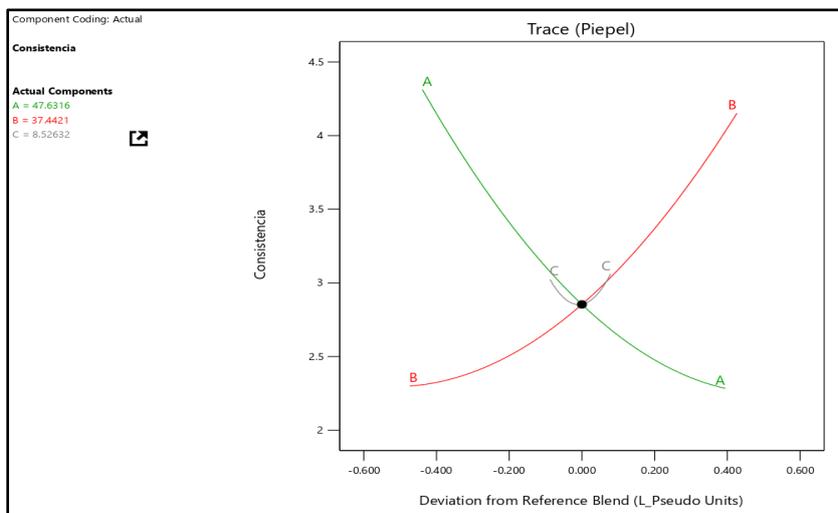
**Figura 13**

*Grafica Superficie de Contornos del Consistencia*



**Figura 14**

*Trazos Cox para Análisis de Consistencia*



### Determinación del porcentaje óptimo de lactosuero leche de almendras y panela

La optimización se realizó teniendo en cuenta las puntuaciones asignadas para la variable de estudio

**Tabla 19**

#### *Parámetros de Optimización*

Parámetros	Objetivo	Inferior	Superior
Lactosuero	Maximizar	3	5
Leche de almendras	Maximizar	3	5
Panela	Maximizar	3	5

Los valores de las variables de resultado fueron determinados mediante la realización de pruebas sensoriales que utilizaron una escala hedónica de 5 puntos. En esta escala, se asignó una puntuación de 1 para indicar 'desagrado' y una puntuación de 5 para indicar 'gran agrado'. En la Tabla 20, se muestran las combinaciones obtenidas a través del software estadístico después de maximizar cada una de las variables de resultado.

**Tabla 20**

#### *Mezclas Optimizadas de los Componentes*

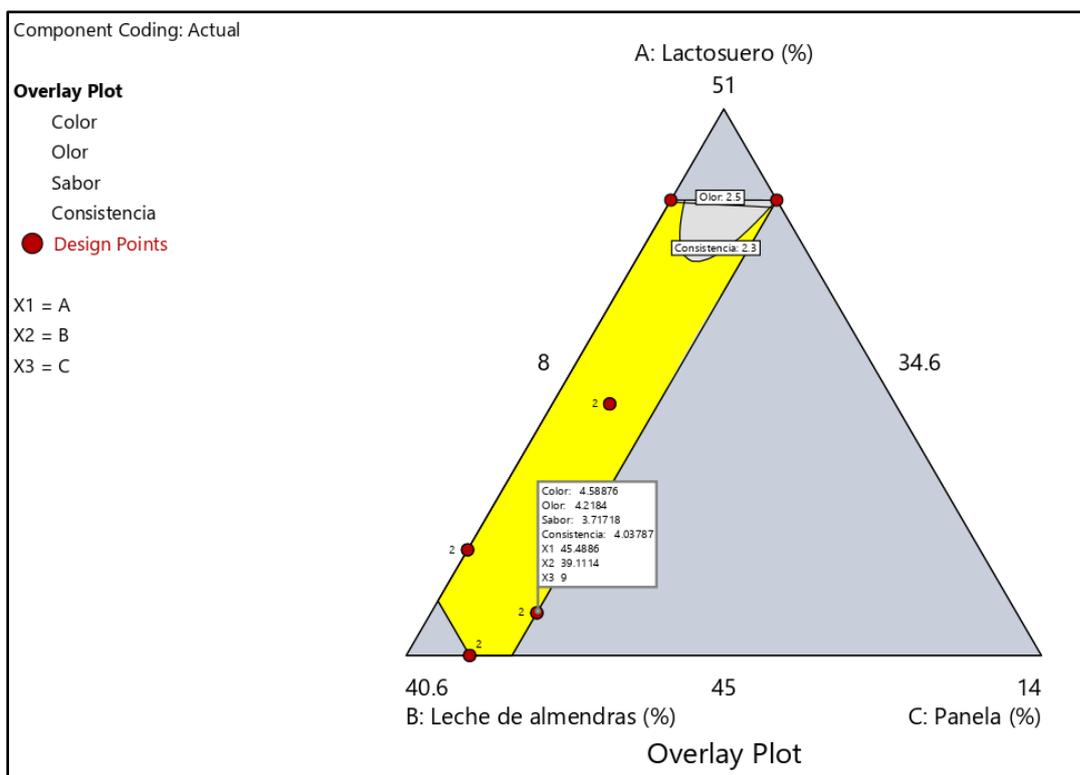
Mezcla	Lactosuero %	Leche de Almendra %	Panela %	Color	Olor	Sabor	Consistencia
1	45.4886	39.1114	9	4.6	4.22	3.71	4.03

En la figura 15, se muestran la fórmula resultante obtenida a través del uso de software estadístico para determinar la mezcla óptima. Esto confirma que la mejor combinación en

términos de puntaje sensorial, que incluye "color", "aroma", "sabor" y "consistencia", se corresponde a un 45.4% de lactosuero, un 39.1% leche de almendras y un 9 % de panela. Esta mezcla se empleó en la segunda etapa del proceso, manteniendo constantes los valores de 6% de kéfir CMC 0,3%.

**Figura 15**

***Zonas de Formulación Óptima de la Variable Respuesta***



**Etapa II**

**4.1.2. Determinación del porcentaje óptimo de la adición de sulfato ferroso y niveles óptimos de grados brix.**

**Determinación del porcentaje**

En la segunda fase del estudio, se utilizó un diseño Taguchi que involucraba dos factores y tres niveles, lo que resultó en la generación de nueve tratamientos. Estos tratamientos fueron evaluados en función de su aceptabilidad sensorial como las variables de interés

**Tabla 21****Resultados del Diseño Taguchi**

Tratamientos	Factores		V. Respuesta
	°Brix	Sulfato Ferroso mg/100g	Aceptabilidad
1	14.7	3.40	3.7
2	14.7	3.85	4.4
3	14.7	4.30	4.2
4	15.6	3.40	3.5
5	15.6	3.85	3.2
6	15.6	4.30	3.4
7	16.5	3.40	2.7
8	16.5	3.85	3
9	16.5	4.30	2.8

Nota. Se aprecia en la tabla los valores de la aceptabilidad sensorial con el sulfato ferroso

**Tabla 22****ANOVA de Medias de Aceptabilidad Sensorial.**

Fuente	GL	SC Sec.	SC Ajust.	MC Ajust.	F	P
°Brix	2	2.42667	2.42667	1.21333	18.20	0.010
Sulfato Ferroso	2	0.08667	0.08667	0.04333	0.65	0.570
Error residual	4	0.26667	0.26667	0.06667		
Total	8	2.78000				

Nota. Se observa en la tabla 22 que el sulfato ferroso no es significativo porque  $0,570 > p$ -valor

de 0,05 lo que no es lo mismo los grados brix influye significativamente en la bebida fermentada

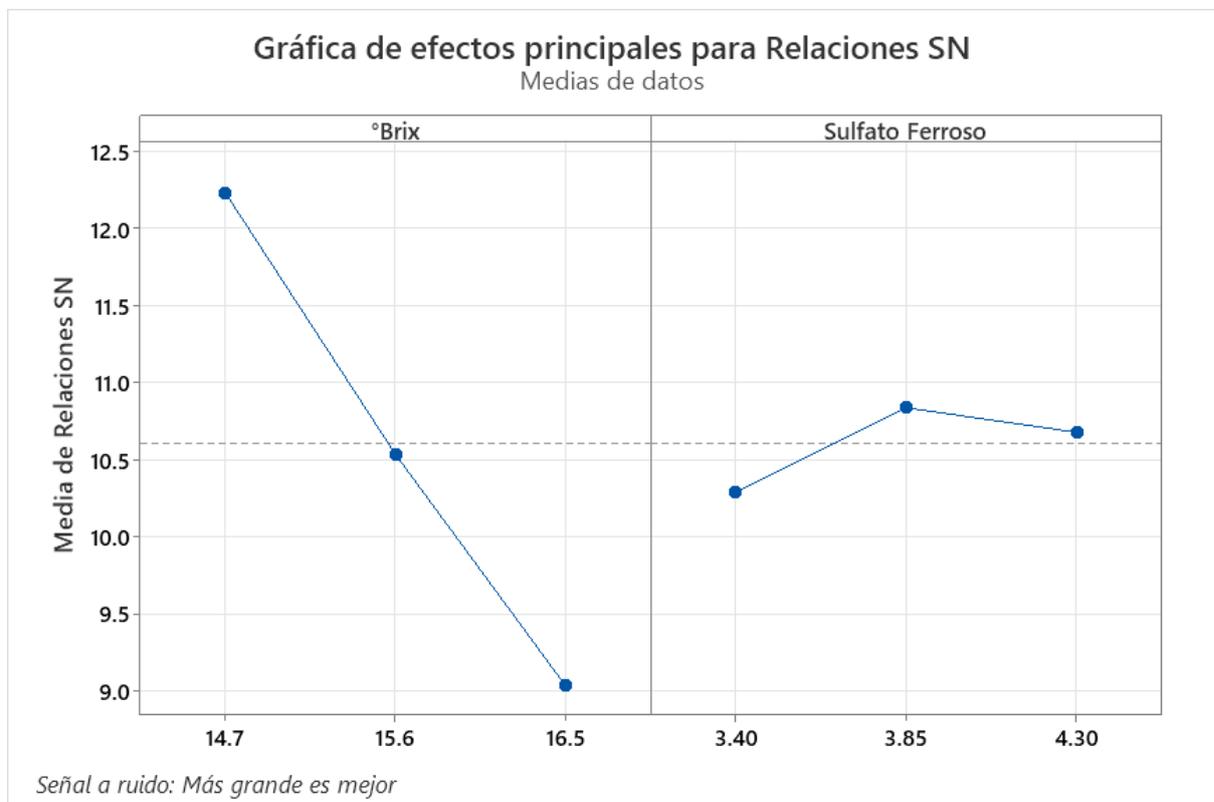
Tabla 23

*Tabla de Respuestas para Señal Ruido*

Nivel	°Brix	Sulfato Ferroso
1	12.233	10.291
2	10.538	10.838
3	9.038	10.679
Delta	3.195	0.547
Clasificar	1	2

*Nota.* En la tabla 23 se aprecia la señal de ruido siendo considerado para la variable respuesta el criterio más grande es mejor

Figura 16

*Efectos Principales para Relaciones SN*

Finalmente, la predicción de los valores óptimos de sólidos solubles brix y el sulfato ferrosos mediante la metodología de Taguchi se presenta en la tabla 24

**Tabla 24**

*Valores Óptimos de Sulfato Ferroso y °Brix*

Sulfato ferroso mg/100 g	Sólidos solubles °Brix
3.85	14.7

*4.1.3. Propiedades fisicoquímicas y bioactivas de la bebida fermentada funcional tipo kéfir*

Se realizó el análisis al mejor tratamiento T2 y se observa en las tablas 23 y 24.

**Tabla 25**

*Análisis de la Calidad Nutricional de la Bebida Fermentada Funcional T2*

Análisis de contenido	Contenido	Unidad
Proteínas	2.9	%
Polifenoles	605.22	mg GAE/100 ml
Capacidad Antioxidante	4.14	mmol TE/l
Densidad	1.05	g/cm <sup>2</sup>
Grasa	1.4	%
Carbohidratos	8	%
Energía Total en	7.9	Kcal/100g
Humedad	89.1	%

En la tabla 25 se observa el análisis proximal de la bebida fermentada funcionan tipo kéfir de lactosuero leche de almendras fortificado con sulfato ferroso de mayor aceptabilidad sensorial que corresponde al tratamiento T2.

**Tabla 26**

***Características Microbiológicas de la de la Bebida Fermentada Funcional T2***

<b>Análisis</b>	<b>Unidad de conteo</b>	<b>Valores</b>
N. de aerobios mesófilos	UFC/ml	<10
N. de coliformes	NMP/ml	<3
N. de levaduras	UFC/ml	<1
N. de mohos	UFC/ml	<1

El número de colonias es UFC/ml, y el valor más probable por gramo de material es MPN/g. Se calcula el número de Unidades de Formación por gramo de una muestra de 25 gramos. Los resultados del examen microbiológico del producto, que se detallan en la Tabla 23 bajo el tratamiento T2 de acuerdo con las normas técnicas peruanas para bebidas lácteas fermentadas (NTP 202.092:2014), demuestran que es inocuo y apto para el consumo humano. Esto de acuerdo con los Criterios de Calidad Microbiológica Sanitaria para Alimentos y Bebidas Destinados al Consumo Humano.

***4.1.4. Contrastación de la hipótesis***

Se realizó la contrastación de la hipótesis con un ANOVA de un solo factor tratamientos vs fortificación con sulfato ferroso

## Hipótesis

Influye significativamente la fortificación con sulfato ferroso la bebida fermentada funcional tipo kéfir de lactosuero, leche de almendras fortificado con sulfato ferroso.

## Planteamiento

**H<sub>0</sub>** = No Influye significativamente la fortificación con sulfato ferroso la bebida fermentada funcional tipo kéfir de lactosuero, leche de almendras fortificado con sulfato ferroso.

**H<sub>a</sub>**= Influye significativamente la fortificación con sulfato ferroso la bebida fermentada funcional tipo kéfir de lactosuero, leche de almendras fortificado con sulfato ferroso.

Nivel de significancia  $\alpha = 0.05$

ANOVA de los Tratamientos vs aceptabilidad

**Tabla 27**

### *ANOVA de los Tratamientos vs Aceptabilidad*

<b>Fuente</b>	<b>GL</b>	<b>SC Ajust.</b>	<b>MC Ajust.</b>	<b>Valor F</b>	<b>Valor p</b>
Tratamientos	8	8.3400	1.04250	44.68	0.000
Error	18	0.4200	0.02333		
Total	26	8.7600			

### **Toma de decisión**

Se acepta la hipótesis alterna y se rechaza la hipótesis nula porque p valúe es 0.000 es (0,000 < 0,05)

Tabla 28

*Método LSD de Fisher a una confianza de 95%*

<b>Tratamientos</b>	<b>N</b>	<b>Media</b>	<b>Agrupación</b>					
T2	3	4.400	A					
T3	3	4.2000	A					
T1	3	3.700	B					
T4	3	3.500	B	C				
T6	3	3.4000		C	D			
T5	3	3.2000			D	E		
T8	3	3.0000				E	F	
T9	3	2.800					F	G
T7	3	2.7000						G

*Nota.* Los resultados evidencian que existe diferencias significativas entre los tratamientos siendo la formulación T2 es el preferido por los panelistas

## V. DISCUSION DE RESULTADOS

En el presente estudio, se combinaron suero, leche de almendras y panela para crear una bebida fermentada parecida al kéfir; el pH fluctuó entre 10 tratamientos, inicialmente de 5,8 a 6,8. cabe mencionar que es su estudio Alvarez Lloret, (2016) citado por (Flores, 2019) menciona que el pH del lactosuero varia de (5.9 a 4.5) según la NTE INEN 2594 (2011) indica que se denomina lactosuero ácido cuando presenta un pH que va de (5.5 a 4.8). En este caso, el lactosuero era ligeramente ácido en lugar de ácido, pero mezclarlo con leche de almendras, donde el pH aumenta gradualmente, también tuvo un impacto significativo. Los datos recogidos en la Tabla 6 muestran que existe una variación significativa en el descenso del grado Brix durante el transcurso de las 48 horas de fermentación en los distintos 10 tratamientos.

Según el Cuadro 11, el modelo cuadrático es adecuado para evaluar la variable de color poco investigada porque tiene un coeficiente de determinación ( $R^2$ ) de 0,9967, que es superior al 85%, y un valor p de 0,001 ( $p < 0,05$ ). De forma similar al Cuadro 11, el Cuadro 12 utiliza un análisis de la varianza (ANOVA) para mostrar que existen diferencias significativas entre los tratamientos. Se obtuvo un  $R^2$  de 0,9967 y un valor p de 0,0010 ( $p < 0,05$ ). Como resultado, se creó la siguiente ecuación:

$$Y = 5.74 * A + 3.44 * B + 19.19 * C - 4.70 * AB - 22.81 * AC - 8.49 * BC$$

En la ecuación se observa que la panela tiene mayor influencia 19.19 en el color a diferencia de lactosuero 5.74 y la leche de almendra 3.44 respectivamente

En la tabla 13 muestra que el modelo lineal que resulta apropiado para analizar la variable olor de estudio, ya que presenta un coeficiente de determinación ( $R^2$ ) de 0.9967, que supera el 85%, y un p-valor de 0.0001 ( $p < 0.05$ ). Del mismo modo, la tabla 14 demuestra la existencia de diferencias significativas entre los tratamientos mediante

un análisis de varianza (ANOVA), donde se obtuvo un p-valor igual a 0.00010 ( $p < 0.05$ ) y un  $R^2$  de 0.9967. Esto condujo a la formulación de la siguiente ecuación:

$$Y = 2.10 * A + 4.43 * B + 4.29 * C$$

En la ecuación se observa que la leche de almendra tiene mayor influencia 4.43 en el olor a diferencia de lactosuero 2.10 y panela 4.29 respectivamente

La tabla 15 muestra que el modelo cuadrático que resulta apropiado para analizar la variable sabor de estudio, ya que presenta un coeficiente de determinación ( $R^2$ ) de 0.9931, que supera el 85%, y un p-valor de 0.0002 ( $p < 0.05$ ). Del mismo modo, la tabla 16 demuestra la existencia de diferencias significativas entre los tratamientos mediante un análisis de varianza (ANOVA), donde se obtuvo un p-valor igual a 0.0002 ( $p < 0.05$ ) y un  $R^2$  de 0.9931. Esto condujo a la formulación de la siguiente ecuación:

$$Y = 3.99 * A + 3.15 * B + 73.46 * C + 5.37 * AB - 78.28 * AC - 83.66 * BC$$

En la ecuación se observa que la panela tiene mayor influencia 73.46 en el sabor a diferencia de lactosuero 3.99 y panela 3.15 respectivamente

La tabla 17 muestra que el modelo cuadrático que resulta apropiado para analizar la variable consistencia de estudio, ya que presenta un coeficiente de determinación ( $R^2$ ) de 0.9860, que supera el 85%, y un p-valor de 0.0286 ( $p < 0.05$ ). Del mismo modo, la tabla 18 demuestra la existencia de diferencias significativas entre los tratamientos mediante un análisis de varianza (ANOVA), donde se obtuvo un p-valor igual a 0.0286 ( $p < 0.05$ ) y un  $R^2$  de 0.9860. Esto condujo a la formulación de la siguiente ecuación:

$$Y = 2.25 * A + 4.57 * B + 26.03 * C - 1.73 * AB - 28.20 * AC - 27.36 * BC$$

En la ecuación se observa que la panela tiene mayor influencia 26.03 en la consistencia a diferencia de lactosuero 2.25 y panela 4.57 respectivamente

La tabla 20 muestra claramente que, al considerar los cuatro atributos estudiados, la mezcla que incluye un 45.4886% de lactosuero, un 39.1114% de leche de almendra y un 9% de panela obtuvo las puntuaciones más elevadas en la determinación de la mezcla óptima.

## VI. CONCLUSIONES

- Se elaboro una bebida fermentada de tipo kéfir utilizando lactosuero y leche de almendras fortificada con sulfato ferroso. Se logró una adición óptima de sulfato ferroso del 3.85% y una concentración de sólidos solubles de 14.7°Brix, donde se notó que los grados Brix tuvieron una importancia mayor que la del sulfato ferroso.
- Los valores óptimos en la preparación de una bebida fermentada con propiedades funcionales, como el kéfir, utilizando suero de leche, leche de almendras y Panela, se encontraron en suero de leche (45.4886%), leche de almendras (39.1114%) y Panela (9%), ya que obtuvieron las calificaciones más altas en relación a los cuatro atributos analizados
- La adición optima del sulfato ferroso en la fortificación de la bebida fermentada funcional tipo kéfir de lactosuero y leche de almendras fue de 3.85%
- La influencia en las propiedades organolépticas de la bebida fermentada funcional tipo kéfir de lactosuero, leche de almendras en la fortificación con sulfato ferroso presenta que el sulfato ferroso no es significativo que quiere decir que no tiene incidencia en la aceptabilidad sensorial porque  $0,570 > p\text{-valor de } 0,05$

## VII. RECOMENDACIONES

- Realizar estudios de equilibrio en la fermentación con el kéfir, lactosuero, leche de almendras y panela con el objetivo de comprender la simbiosis entre bacterias lácticas y levaduras, ya que una proliferación excesiva de levaduras, por ejemplo, puede generar un sabor demasiado ácido o incluso alcohólico.
- Realizar investigaciones de las condiciones de almacenamiento del kéfir ya que es importante mantener la temperatura y humedad correctas, de esta manera no solo se evitaría posibles variaciones en los °Brix, sino que también actuaría como barrera ante la proliferación de microorganismos no deseados, asegurando así la frescura continua del producto.
- Realizar investigaciones similares sobre la fortificación de sulfato ferroso en bebidas funcionales con sulfato ferroso, ya que se ha determinado que la adición de este suplemento no compromete la aceptabilidad sensorial, de esta manera se estaría contribuyendo a diversificar el mercado de bebidas funcionales.

## VIII. REFERENCIAS

- Abbasi, M., Mazhari, F., Jaafari, M.-R., Afshari, E., Bagheri, H., & Parisay, I. (2021). Color change of primary teeth following exposure to an experimentally synthesized liposomal nano-encapsulated ferrous sulfate drop versus the commercially available iron drops. *Pediatric Dental Journal*, *31*(3), 256-267. <https://doi.org/10.1016/j.pdj.2021.07.003>
- Abdullah, N., Wahab, N., Saruan, N., Matias-Peralta, H. M., Xavier, N. R., Muhammad, N., Talip, B. A., & Bakar, M. F. A. (2018). Effect of replacing coconut milk with almond milk in spicy coconut gravy on its sensorial, nutritional and physical properties. *Materials Today: Proceedings*, *5*(10, Part 2), 21919-21925. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2018.07.051>
- Akasapu, K., & Uppaluri, R. V. S. (2023). Efficacy of score deviation method as a novel sensory evaluation technique for the identification of optimal mixed vegetable soup formulations. *International Journal of Gastronomy and Food Science*, *33*, 100761. <https://doi.org/10.1016/j.ijgfs.2023.100761>
- Alcón Cochi, M. M. (2022). *Diseño y desarrollo para la obtención de bebidas fermentadas a partir de leche y suero de leche*. [Thesis]. <http://repositorio.umsa.bo/xmlui/handle/123456789/30955>
- Altuntas, S., & Hapoglu, H. (2019). 7—Kefir-Type Drinks From Whey. En A. M. Grumezescu & A. M. Holban (Eds.), *Non-Alcoholic Beverages* (pp. 185-226). Woodhead Publishing. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-815270-6.00007-4>
- Alvarado Córdor, P. M. (2018). *Desarrollo de un bioproceso para la obtención de una bebida funcional a partir de lactosuero en polvo y gránulos de kéfir* [bachelorThesis]. <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/8282>
- Asadi Touranlou, F., Noori, S. M. A., Salari, A., Afshari, A., & Hashemi, M. (2023). Application of kefir for reduction of contaminants in the food industry: A systematic

- review. *International Dairy Journal*, *146*, 105748.  
<https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2023.105748>
- Badillo González, S. I. (2014). *Elaboración de una cerveza artesanal «ale» tipo «stout» con suero de leche como sustrato y granos de kéfir como sustituto de levadura*.  
<https://hdl.handle.net/20.500.12371/6824>
- Caldas, R. (2018). *CORE – Aggregating the world’s open access research papers*.  
<https://core.ac.uk/>
- Chen, M.-Y., Wu, H.-T., Chen, F.-F., Wang, Y.-T., Chou, D.-L., Wang, G.-H., & Chen, Y.-P. (2022). Characterization of Tibetan kefir grain-fermented milk whey and its suppression of melanin synthesis. *Journal of Bioscience and Bioengineering*, *133*(6), 547-554. <https://doi.org/10.1016/j.jbiosc.2022.02.006>
- Dimitrellou, D., Kourkoutas, Y., Koutinas, A. A., & Kanellaki, M. (2009). Thermally-dried immobilized kefir on casein as starter culture in dried whey cheese production. *Food Microbiology*, *26*(8), 809-820. <https://doi.org/10.1016/j.fm.2009.05.006>
- Eleonor, F. (2020). *Cómo hacer suero de leche en casa—Recetas y usos*.  
[www.mundodeportivo.com/uncomo](http://www.mundodeportivo.com/uncomo).  
<https://www.mundodeportivo.com/uncomo/comida/receta/como-hacer-suero-de-leche-50934.html>
- Farag, M. A., Jomaa, S. A., El-Wahed, A. A., & El-Seedi, A. H. R. (2020). The Many Faces of Kefir Fermented Dairy Products: Quality Characteristics, Flavour Chemistry, Nutritional Value, Health Benefits, and Safety. *Nutrients*, *12*(2), 346.  
<https://doi.org/10.3390/nu12020346>
- Florez Huaranca, K. (2019a). Obtención de una bebida fermentada tipo Kéfir a partir de lactosuero ácido y leche. *Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco*.  
<https://renati.sunedu.gob.pe/handle/sunedu/2685510>

- Florez Huaranca, K. (2019b). Obtención de una bebida fermentada tipo Kéfir a partir de lactosuero ácido y leche. *Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco*.  
<https://renati.sunedu.gob.pe/handle/sunedu/2685510>
- Gallier, S., Gordon, K. C., & Singh, H. (2012). Chemical and structural characterisation of almond oil bodies and bovine milk fat globules. *Food Chemistry*, *132*(4), 1996-2006.  
<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2011.12.038>
- Gao, W., & Zhang, L. (2019). Comparative analysis of the microbial community composition between Tibetan kefir grains and milks. *Food Research International*, *116*, 137-144.  
<https://doi.org/10.1016/j.foodres.2018.11.056>
- Garrote, G. L., Abraham, A. G., & De Antoni, G. L. (2001). Chemical and microbiological characterisation of kefir grains. *The Journal of Dairy Research*, *68*(4), 639-652.  
<https://doi.org/10.1017/s0022029901005210>
- Hernández, S. A., & Zacconi, F. C. M. (2009). Aceite de almendras dulces: Extracción, caracterización y aplicación. *Química Nova*, *32*, 1342-1345.  
<https://doi.org/10.1590/S0100-40422009000500044>
- Holcombe, G., Walker, M. J., Singh, M., Gray, K., Cowen, S., Ellison, S. L. R., Rogers, A., Balasundaram, A., Burns, M., & Clare Mills, E. N. (2024). Clinically and industrially relevant incurred reference materials to improve analysis of food allergens, milk, egg, almond, hazelnut and walnut. *Food Chemistry*, *434*, 137391.  
<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2023.137391>
- Hsieh, H.-H., Wang, S.-Y., Chen, T.-L., Huang, Y.-L., & Chen, M.-J. (2012). Effects of cow's and goat's milk as fermentation media on the microbial ecology of sugary kefir grains. *International Journal of Food Microbiology*, *157*(1), 73-81.  
<https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2012.04.014>
- Huang, P., Deng, S., Zhang, Z., Wang, X., Chen, X., Yang, X., & Yang, L. (2015). A

- sustainable process to utilize ferrous sulfate waste from titanium oxide industry by reductive decomposition reaction with pyrite. *Thermochimica Acta*, 620, 18-27. <https://doi.org/10.1016/j.tca.2015.10.004>
- Huang, Y.-P., Paviani, B., Fukagawa, N. K., Phillips, K. M., & Barile, D. (2023). Comprehensive oligosaccharide profiling of commercial almond milk, soy milk, and soy flour. *Food Chemistry*, 409, 135267. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2022.135267>
- Huillca Avila, E. C. (2021). *Diseño del biorreactor a nivel banco para la producción de kéfir de leche*. <https://renati.sunedu.gob.pe/handle/sunedu/3417490>
- Iacono, G., Lospalluti, M. L., Licastro, G., & Scalici, C. (2008). A new formula based on almond milk for management of cow milk intolerance and food allergies. *Digestive and Liver Disease*, 40(10), A118. <https://doi.org/10.1016/j.dld.2008.07.310>
- Iorio, M. C., Bevilacqua, A., Corbo, M. R., Campaniello, D., Sinigaglia, M., & Altieri, C. (2019). A case study on the use of ultrasound for the inhibition of Escherichia coli O157:H7 and Listeria monocytogenes in almond milk. *Ultrasonics Sonochemistry*, 52, 477-483. <https://doi.org/10.1016/j.ultsonch.2018.12.026>
- Jianle, W., Gongchang, Z., Hong, D., Xueming, L., & Dongye, Z. (2022). Microwave-enhanced simultaneous immobilization of lead and arsenic in a field soil using ferrous sulfate. *Chemosphere*, 308, 136388. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2022.136388>
- Karim, A., & Aider, M. (2022). Comprehensive utilisation of electro-activated whey-based media in cell growth, metabolite production and aroma compounds synthesis using a starter culture originated from kefir grains. *International Dairy Journal*, 126, 105276. <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2021.105276>
- La voz, D. (2019, octubre 16). *Por qué está de moda el kéfir de agua*. La Voz del Interior.

- <https://www.lavoz.com.ar/espacio-de-marca/por-que-esta-de-moda-kefir-de-agua/>
- León, R. L., & Solís, J. U. (2012). *Propiedades antioxidantes Antioxidant properties de los frutos secos y la of nuts and decreased disminución del colesterol total and LDL total y LDL- colesterol cholesterol. 21.*
- Li, R., Xian, Y., Gao, Y., Sun, Y., Zhang, D., & Zhao, J. (2022). New insight into the mechanism of remediation of chromium containing soil by synergetic disposal of ferrous sulfate and digestate. *Science of The Total Environment*, 837, 155539. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.155539>
- Lozada, J. (2014). Investigación Aplicada: Definición, Propiedad Intelectual e Industria. *CienciAmérica: Revista de divulgación científica de la Universidad Tecnológica Indoamérica*, 3(1), 47-50.
- Malma Ruiz, L. M. (2020). *Proceso homofermentativo de kéfir con bacterias probióticas* <https://renati.sunedu.gob.pe/handle/sunedu/3417742>
- Medina Hinojosa, M. A., Romani Bazan, R. R., Miranda Reyes, P. D., Diaz Durand, C. A. M., & Davila Robles, J. J. (2020). Producción y comercialización de kéfir de leche. *Universid* <https://renati.sunedu.gob.pe/handle/sunedu/3064654>
- M'hir, S., Ziadi, M., Mejri, A., & Ayed, L. (2023). Mixture of whey-milk and palm sap for novel kefir beverage using simplex-centroid mixture design. *Kuwait Journal of Science*. <https://doi.org/10.1016/j.kjs.2023.04.008>
- Ramirez Huaman, A. (2020a). Actividad metabólica, viabilidad y exopolisacaridos de bacterias lácticas de granos de Kéfir liofilizado con potencial tecnológico en la región central. *Universidad Nacional del Centro del Perú*. <https://renati.sunedu.gob.pe/handle/sunedu/2397637>
- Ramirez Huaman, A. (2020b). Actividad metabólica, viabilidad y exopolisacaridos de bacterias lácticas de granos de Kéfir liofilizado con potencial tecnológico en la región central.

*Universidad Nacional del Centro del Perú.*

<https://renati.sunedu.gob.pe/handle/sunedu/2397637>

- Revelo Melo, K. J. (2023). “*Elaboración de una bebida fermentada a partir de leche y lactosuero dulce con la adición de kéfir y pulpa de fruta*” [bachelorThesis, Ecuador : Latacunga: Universidad Técnica de Cotopaxi (UTC)].  
<http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/10942>
- Rimada, P. S., & Abraham, A. G. (2001). Polysaccharide production by kefir grains during whey fermentation. *The Journal of Dairy Research*, 68(4), 653-661.  
<https://doi.org/10.1017/s0022029901005131>
- Rosa, D. D., Dias, M. M. S., Grześkowiak, Ł. M., Reis, S. A., Conceição, L. L., & Peluzio, M. do C. G. (2017). Milk kefir: Nutritional, microbiological and health benefits. *Nutrition Research Reviews*, 30(1), 82-96. <https://doi.org/10.1017/S0954422416000275>
- Salazar Ramos, G. (2016). *Actividad antibiótica de los granos de Kéfir en heridas infectadas en ratas blancas (rattus norvegicus)*.  
<https://renati.sunedu.gob.pe/handle/sunedu/2681905>
- Sampieri, R. H. (2018). *METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN: LAS RUTAS CUANTITATIVA, CUALITATIVA Y MIXTA*. McGraw-Hill Interamericana.
- Tao, Y., Jiang, B., Yang, X., Ma, X., Chen, Z., Wang, X., & Wang, Y. (2020). Physicochemical study of the sustainable preparation of nano-Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> from ferrous sulfate with coke. *Journal of Cleaner Production*, 255, 120175.  
<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.120175>
- Tarqui Quisbert, J. L. (2020). *Comportamiento fisicoquímico del proceso de elaboración de helado con kéfir (Lactobacillus acidophilus y Lactobacillus delbrueckii) a diferentes concentraciones* [Thesis]. <http://repositorio.umsa.bo/xmlui/handle/123456789/25338>
- Tavčar, L. B., Hrobat, H., Gornik, L., Velikonja, V. G., & Lučovnik, M. (2023). Incidence of

- postpartum depression after treatment of postpartum anaemia with intravenous ferric carboxymaltose, intravenous ferric derisomaltose or oral ferrous sulphate: A randomized clinical trial. *European Journal of Obstetrics & Gynecology and Reproductive Biology*, *X*, 100247. <https://doi.org/10.1016/j.eurox.2023.100247>
- Udayaraj, S., Annappa, M., Roopa, K. V., Mathad, G., Subramanya, K., & Pavithra, G. M. (2023). Optical, structural and conductivity properties of ferrous sulfate doped polyaniline. *Materials Today: Proceedings*. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2023.05.384>
- Wang, Y., Wang, Z., Jiang, L., Sun, Y., Tan, B., & Niu, J. (2023). Effect of ferrous sulfate replacing gypsum on properties and reducing Cr (VI) of cement paste. *Journal of Building Engineering*, *69*, 106295. <https://doi.org/10.1016/j.jobbe.2023.106295>
- Watanabe, G., Ishida, S., Komai, S., Motoyama, M., Duconseille, A., Nakajima, I., Tajima, A., & Sasaki, K. (2023). A novel quantitative method for evaluating food sensory complexity using the temporal dominance of sensations method. *Food Quality and Preference*, *112*, 105005. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2023.105005>
- Youn, H.-Y., Seo, K.-H., Kim, H.-J., Kim, Y.-S., & Kim, H. (2022). Effect of postbiotics derived from kefir lactic acid bacteria-mediated bioconversion of citrus pomace extract and whey on high-fat diet-induced obesity and gut dysbiosis. *Food Research International*, *162*, 111930. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2022.111930>
- Yu, Y.-B., Lee, K. M., Kim, J.-H., Kang, J.-C., & Kim, J.-H. (2023). Comparative analysis of morphological characteristics, hematological parameters, body composition and sensory evaluation in olive flounder, *Paralichthys olivaceus* raised in biofloc and seawater to evaluate marketability. *Aquaculture Reports*, *30*, 101616. <https://doi.org/10.1016/j.aqrep.2023.101616>
- Zheng, B., Zhou, H., & McClements, D. J. (2021). Nutraceutical-fortified plant-based milk

analogs: Bioaccessibility of curcumin-loaded almond, cashew, coconut, and oat milks.

*LWT*, 147, 111517. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.111517>

## **IX. ANEXOS**

### Anexo 1: Matriz de consistencia

<b>Problemas de Investigación</b>	<b>Objetivos</b>	<b>Hipótesis</b>	<b>Variables</b>	<b>Método</b>
<b>Problema General</b>	<b>Objetivo General</b>	<b>Hipótesis General</b>	<b>Variables Independientes</b>	<b>Tipo de Investigación</b>
¿Será posible elaborar una bebida fermentada funcional tipo kéfir de lactosuero, leche de almendras fortificado con sulfato ferroso?	Elaborar una bebida fermentada funcional tipo kéfir de lactosuero, leche de almendras fortificado con sulfato ferroso	Influye significativamente la fortificación con sulfato ferroso en la bebida fermentada funcional tipo kéfir de lactosuero, leche de almendras fortificado con sulfato ferroso	X1: Bebida fermentada funcional de lactosuero, leche de almendras	Tipo aplicada
<b>Problemas Específicos</b>	<b>Objetivos Específicos</b>	<b>Hipótesis Específica</b>	<b>Variable Dependiente</b>	<b>Nivel de Investigación</b>
1 ¿Cuáles serán los parámetros óptimos en la elaboración de una bebida fermentada funcional tipo kéfir de lactosuero, leche de almendras y panela? 2 ¿Cuál será la adición óptima del sulfato ferroso en la fortificación de la bebida fermentada funcional tipo kéfir de lactosuero y leche de almendras? 3 ¿Cuál será la influencia en las propiedades organolépticas de la bebida fermentada funcional tipo kéfir de lactosuero, leche de almendras en la fortificación con sulfato ferroso?	1. Determinar los parámetros óptimos en la elaboración de una bebida fermentada funcional tipo kéfir de lactosuero, leche de almendras y Panela 2. Determinar la adición óptima del sulfato ferroso en la fortificación de la bebida fermentada funcional tipo kéfir de lactosuero y leche de almendras 3. Determinar la influencia en las propiedades organolépticas de la bebida fermentada funcional tipo kéfir de lactosuero, leche de almendras en la fortificación con sulfato ferroso	Influye significativamente la fortificación con sulfato ferroso en la bebida fermentada funcional tipo kéfir de lactosuero, leche de almendras fortificado con sulfato ferroso.  <b>Hipótesis Nula</b>  No Influye significativamente la fortificación con sulfato ferroso en la bebida fermentada funcional tipo kéfir de lactosuero, leche de almendras fortificado con sulfato ferroso.	Y1: Fortificación con sulfato ferroso	Cuantitativo
				<b>Diseño de Investigación</b>
				Experimental
				<b>Unidades de Análisis</b>
				Las formulaciones de lactosuero, leche de almendras y panela

Anexo 2: Formato de ficha sensorial de la bebida fermentada

**Ficha sensorial**

**Apellidos y nombres**..... **Fecha**

**Indicaciones:** pruebe las bebidas de izquierda a derecha de marque con un X agrado o desagrado para los atributos.

ESCALA	ATRIBUTO									
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10
Me gusta mucho										
Me gusta moderadamente										
Ni me gusta ni me disgusta										
Me disgusta moderadamente										
Me disgusta mucho										

**Sugerencias:** .....

**¿Muchas gracias por su colaboración?**

Anexo 3. Formato de ficha sensorial de la bebida fermentada

**Ficha sensorial**

**Apellidos y nombres..... Fecha**

**Indicaciones:** pruebe las bebidas de izquierda a derecha de marque con un X agrado o desagrado para los atributos.

<b>ESCALA</b>	<b>ATRIBUTO: Aceptación general</b>								
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9
Me gusta mucho									
Me gusta moderadamente									
Ni me gusta ni me disgusta									
Me disgusta moderadamente									
Me disgusta mucho									

**Sugerencias: .....**

**¿Muchas gracias por su colaboración?**

Anexo 4. Fotos del análisis sensorial de la bebida fermentada realizado con los alumnos de la facultad de Ingeniería Agroindustrial.





Anexo 5. Fotos de la elaboración de lactosuero realizado en el laboratorio de la Universidad Nacional Federico Villarreal.



Anexo 6. Fotos del proceso de fermentación de la bebida fermentada realizado en el laboratorio de la Universidad Nacional Federico Villarreal.



*Anexo 7. NORMA TÉCNICA PERUANA 202.*

---

<b>NORMA TÉCNICA</b>	<b>NTP 202.092</b>
<b>PERUANA</b>	<b>2014</b>

---

Comisión de Normalización y de Fiscalización de Barreras Comerciales no Arancelarias - INDECOPI  
Calle de La Prosa 104, San Borja (Lima 41) Apartado 145 Lima, Perú

---

## **LECHE Y PRODUCTOS LÁCTEOS. Leches fermentadas. Yogurt. Requisitos**

MILK AND MILK PRODUCTS. Fermented milk. Yogurt. Requirements

**2014-12-18**  
**5ª Edición**

R.0138-2014/CNB-INDECOPI. Publicada el 2014-12-28 Precio basado en 09 páginas  
I.C.S.: 67.100.10 **ESTA NORMA ES RECOMENDABLE**  
Descriptores: Leche, leche fermentada, producto lácteo, yogur, yogurt

© INDECOPI 2014

**5. CLASIFICACIÓN****5.1 Por el contenido de grasa**

5.1.1 Yogurt entero.

5.1.2 Yogurt parcialmente descremado.

5.1.3 Yogurt descremado.

**6. REQUISITOS****6.1 Requisitos generales**

6.1.1 La grasa de la leche no podrá ser sustituida por grasa de origen no lácteo.

6.1.2 Inmediatamente después de su elaboración el producto deberá ser mantenido en refrigeración, a una temperatura de 8 °C o menos, hasta su consumo.

6.1.3 Al yogurt aromatizado (frutado o saborizado) se le podrá agregar hasta un 50 % (m/m) de ingredientes no lácteos.

**6.2 Requisitos de identidad****TABLA 1 - Requisitos de identidad**

Requisitos	Recuento	Método de ensayo
Bacterias lácticas totales (ufc/g)	Min. 10 <sup>7</sup>	ISO 7889 (IDF 117)

NOTA: Si el producto es tratado térmicamente luego de la fermentación, no se aplica el requisito de identidad.

### 6.3 Requisitos físico - químicos

La parte láctea del yogurt deberá cumplir con los requisitos señalados a continuación:

**TABLA 2 - Requisitos físico-químicos**

Requisitos	Yogurt entero	Yogurt parcialmente descremado	Yogurt descremado	Yogurt deslactosado (**)	Método de ensayo
Materia grasa Láctea % (m/m)	Min. 3,0	0,6 – 2,9	Max. 0,5		ISO 7328 (IDF 116)
Sólidos no grasos % (m/m)	Min. 8,2	Min. 8,2	Min. 8,2		(*)
Acidez, expresada en g de ácido láctico % (m/m)	0,6 – 1,5	0,6 – 1,5	0,6 – 1,5		ISO/TS 11869: IDF150
Proteína de leche % (m/m)	Min. 2,7 %	Min. 2,7 %	Min. 2,7 %		ISO 8968-1 (IDF 20-1)
Lactosa % (m/m)				Max 0,7	AOAC 984.15

(\*) Se calculará por diferencia entre los sólidos totales del yogurt ISO 13580 (IDF 151) y el contenido de grasa ISO 7328 (IDF 116).

(\*\*) El yogurt deslactosado podrá ser entero, parcialmente descremado o descremado y deberá cumplir con los requisitos correspondientes señalados en la Tabla.

**6.4 Aditivos alimentarios**

Se podrán usar los aditivos alimentarios permitidos por la autoridad nacional competente o en su defecto por la Comisión del Codex Alimentarius en su versión vigente para este grupo de productos.

**6.5 Requisitos microbiológicos****TABLA 3 – Requisitos microbiológicos**

Requisitos	n	m	M	c	Métodos de ensayo
Coliformes (ufc/g ó mL)	5	10	100	2	ISO 4832
Mohos (ufc/g ó mL)	5	10	100	2	ISO 21527-1
Levaduras (ufc/g ó mL)	5	10	100	2	ISO 21527-1

donde:

n: Es el número de unidades de muestra de un lote de alimentos que deben ser examinados, para satisfacer los requerimientos de un plan de muestreo particular.

m: Es un criterio microbiológico, el cual en un plan de muestreo de dos clases, separa buena calidad de calidad defectuosa, o en otro plan de muestreo de tres clases, separa buena calidad de calidad marginalmente aceptable. En general "m" representa un nivel aceptable y valores sobre el mismo son marginalmente aceptables o inaceptables.

M: Es un criterio microbiológico, que en un plan de muestreo de tres clases, separa calidad marginalmente aceptable de calidad defectuosa. Valores mayores a "M" son inaceptables.

c: Es el número máximo permitido de unidades de muestra defectuosa. Cuando se encuentra cantidades mayores de este número el lote es rechazado.

**6.5.1. Plan de muestreo:** Es la relación de los criterios de aceptación que se aplicarán a un lote basado en el análisis, por métodos específicos, del número necesario de unidades de muestra.

## Anexo 8. Norma del CODEX para leches fermentadas 243-2003.

Codex Standard 243-2003

1

**NORMA DEL CODEX PARA LECHE FERMENTADAS****CODEX STAN 243-2003****1. ÁMBITO**

Esta norma se aplica a las leches fermentadas, es decir, la Leche Fermentada incluyendo las Leches Fermentadas Tratadas Térmicamente, las Leches Fermentadas Concentradas y los productos lácteos compuestos basados en estos productos, para consumo directo o procesamiento ulterior, de conformidad con las definiciones de la Sección 2 de esta Norma.

**2. DESCRIPCIÓN****2.1 LECHE FERMENTADA**

La **Leche Fermentada** es un producto lácteo obtenido por medio de la fermentación de la leche, que puede haber sido elaborado a partir de productos obtenidos de la leche con o sin modificaciones en la composición según las limitaciones de lo dispuesto en la Sección 3.3, por medio de la acción de microorganismos adecuados y teniendo como resultado la reducción del pH con o sin coagulación (precipitación isoeléctrica). Estos cultivos de microorganismos serán viables, activos y abundantes en el producto hasta la fecha de duración mínima. Si el producto es tratado térmicamente luego de la fermentación, no se aplica el requisito de microorganismos viables.

Ciertas Leches Fermentadas se caracterizan por un cultivo específico (o cultivos específicos) utilizado para la fermentación del siguiente modo:

**Yogur:** Cultivos simbióticos de *Streptococcus thermophilus* y *Lactobacillus delbrueckii* subesp. *bulgaricus*.

**Yogur en Base a**

**Cultivos Alternativos:** Cultivos de *Streptococcus thermophilus* y toda especie *Lactobacillus*.

**Leche Acidófila:** *Lactobacillus acidophilus*.

**Kefir:** Cultivo preparado a partir de gránulos de kefir, *Lactobacillus kefir*, especies del género *Leuconostoc*, *Lactococcus* y *Acetobacter* que crecen en una estrecha relación específica.

Los gránulos de kefir constituyen tanto levaduras fermentadoras de lactosa (*Kluyveromyces marxianus*) como levaduras fermentadoras sin lactosa (*Saccharomyces unisporus*, *Saccharomyces cerevisiae* y *Saccharomyces exiguus*).

**Kumys:** *Lactobacillus delbrueckii* subesp. *bulgaricus* y *Kluyveromyces marxianus*.

Podrán agregarse otros microorganismos aparte de los que constituyen el cultivo específico (o los cultivos específicos) especificados anteriormente.

**2.2 LECHE FERMENTADA CONCENTRADA**

**Leche Fermentada Concentrada** es una Leche Fermentada cuya proteína ha sido aumentada antes o luego de la fermentación a un mínimo del 5,6%. Las Leches Fermentadas Concentradas incluyen productos tradicionales tales como Stragisto (yogur colado), Labneh, Ymer e Ylette.

**2.3 LECHE FERMENTADAS AROMATIZADAS**

Las **Leches Fermentadas Aromatizadas** son productos lácteos compuestos, tal como se define en la Sección 2.3 de la Norma General del Codex para la Utilización de Términos Lácteos (CODEX STAN 206-1999) que contienen un máximo del 50 % (w/w) de ingredientes no lácteos (tales como carbohidratos nutricionales y no nutricionales, frutas y verduras así como jugos, purés, pastas, preparados y conservadores derivados de los mismos, cereales, miel, chocolate, frutos secos, café, especias y otros alimentos aromatizantes naturales e inocuos) y/o sabores. Los ingredientes no lácteos pueden ser añadidos antes o luego de la fermentación.

### 3. COMPOSICIÓN ESENCIAL Y FACTORES DE CALIDAD

#### 3.1 MATERIAS PRIMAS

- Leche y/o productos obtenidos a partir de la leche.
- Agua potable para usar en la reconstitución o recombinación.

#### 3.2 INGREDIENTES PERMITIDOS

- Cultivos de microorganismos inocuos incluyendo los especificados en la Sección 2;
- Cloruro de Sodio; y
- Ingredientes no lácteos tal como se listan en la Sección 2.3 (Leches Fermentadas Aromatizadas).
- Gelatina y almidón en:
  - leches fermentadas tratadas térmicamente luego de la fermentación,
  - leche fermentada aromatizada, y
  - leches fermentadas simples si lo permite la legislación nacional del país de venta al consumidor final,

Siempre y cuando se agreguen solamente en cantidades funcionalmente necesarias de acuerdo con las Buenas Prácticas de Fabricación, y tomando en cuenta todo uso de estabilizantes/espesantes listados en la sección 4. Estas sustancias podrán añadirse antes o después del agregado de los ingredientes no lácteos.

#### 3.3 COMPOSICIÓN

	Leche Fermentada	Yogur, yogur en base a cultivos alternativos y leche Acidófila	Kefir	Kumys
Proteína láctea <sup>(a)</sup> (% w/w)	mín 2,7%	mín 2,7%	mín 2,7%	
Grasa láctea (% w/w)	menos del 10%	menos del 15%	menos del 10%	menos del 10%
Acidez valorable, expresada como % de ácido láctico (% w/w)	mín 0,3%	mín 0,6%	mín 0,6%	mín 0,7%
Etanol (% vol./w)				mín 0,5%
Suma de microorganismos que comprenden el cultivo definido en la sección 2.1 (ufc/g, en total)	mín 10 <sup>7</sup>	mín 10 <sup>7</sup>	mín 10 <sup>7</sup>	mín 10 <sup>7</sup>
Microorganismos etiquetados <sup>(b)</sup> (ufc/g, en total)	mín 10 <sup>6</sup>	mín 10 <sup>6</sup>		
Levaduras (ufc/g)			mín 10 <sup>4</sup>	mín 10 <sup>4</sup>

<sup>(a)</sup> El contenido en proteínas es 6,38 multiplicado por el nitrógeno Kjeldahl total determinado.

<sup>(b)</sup> Se aplica cuando en el etiquetado se realiza una declaración de contenido que se refiere a la presencia de un microorganismo específico (aparte de aquellos especificados en la sección 2.1 para el producto en cuestión) que ha sido agregado como complemento del cultivo específico.

En las Leches Fermentadas Aromatizadas los criterios anteriores se aplican a la parte de leche fermentada. Los criterios microbiológicos (basados en la porción de producto de leche fermentada) son válidos hasta la fecha de duración mínima. Este requisito no se aplica a los productos tratados térmicamente luego de la fermentación.

El cumplimiento de los criterios microbiológicos especificados más arriba deberá verificarse por medio de análisis del producto hasta “la fecha de duración mínima” después que el producto haya sido almacenado en las condiciones de almacenamiento especificadas en el etiquetado.

#### 3.4 CARACTERÍSTICAS ESENCIALES DE ELABORACIÓN

No está permitido retirar el suero luego de la fermentación en la elaboración de leches fermentadas, salvo para la Leche Fermentada Concentrada (Sección 2.2).

#### 4. ADITIVOS ALIMENTARIOS

Solamente podrán emplearse las clases de aditivos que se indican en la siguiente tabla para las categorías de productos que se especifican. Dentro de cada clase de aditivos, y cuando esté permitido de acuerdo con la tabla, solamente podrán emplearse los aditivos específicos listados y solamente dentro de los límites especificados.

De acuerdo con la Sección 4.1 del Preámbulo de la Norma General para Aditivos Alimentarios (CODEX STAN 192), podrá haber aditivos adicionales en las leches fermentadas aromatizadas como resultado del acumulado de excedentes de los ingredientes no lácteos.

	Leches Fermentadas		Leches Fermentadas Tratadas Térmicamente Luego de la Fermentación	
	Simple	Aromatizada	Simple	Aromatizada
<b>Clase de aditivos</b>				
Colorantes	-	x	-	x
Edulcorantes	-	x	-	x
Emulsionantes	-	x	-	x
Potenciadores del sabor	-	x	-	x
Acidos	-	x	x	x
Reguladores de la acidez	-	x	x	x
Estabilizadores	x <sup>1</sup>	x	x	x
Espesantes	x <sup>1</sup>	x	x	x
Conservadores	-	-	-	x
Gases de envasado	-	x	x	x

X = El uso de aditivos que pertenecen a la clase está tecnológicamente justificado. En el caso de los productos aromatizados, está justificado el uso de los aditivos en la parte láctea.

- = El uso de aditivos que pertenecen a la clase no está tecnológicamente justificado

<sup>1</sup> = El uso está restringido a la reconstitución y recombinación si así lo permite la legislación nacional del país de venta al consumidor final.

Se permite el uso de los reguladores de la acidez, colorantes, emulsionantes, gases de empaquetado y conservantes, listados en la Tabla 3 de la *Norma General para Aditivos Alimentarios* (CODEX STAN 192-1995), para las categorías de productos a base de leche fermentada según se especifica en la tabla anterior.

SIN No.	Sustancia	Nivel máximo
<b>Reguladores de la Acidez</b>		
334	Ácido tartárico (L/+)	2000 mg/kg como ácido
335(i)	Tartrato monosódico	

SIN No.	Sustancia	Nivel máximo
335(ii)	Tartrato disódico	tartárico
336(i)	Tartrato monopotásico	
336(ii)	Tartrato dipotásico	
337	Tartrato de potasio y sodio	
355	Acido adipico	1500 mg/kg, como ácido adipico
356	Adipato de sodio	
357	Adipato de potasio	
359	Adipato de amonio	
<b>Colorantes</b>		
100i	Curcumina	100 mg/kg
101(i)	Riboflavina	300 mg/kg
101(ii)	Riboflavina 5'-fosfato de sodio	
102	Tartracina	300 mg/kg
104	Amarillo de quinolina	150 mg/kg
110	Amarillo ocaso FCF	300 mg/kg
120	Carmines	150 mg/kg
122	Azorrubina	150 mg/kg
124	Punzó 4R	150 mg/kg
129	Rojo allura AC	300 mg/kg
132	Indigotina	100 mg/kg
133	Azul brillante FCF	150 mg/kg
141(i)	Complejo cúprico de clorofilina	500 mg/kg
141(ii)	Complejo cúprico de clorofilina, sales de sodio y potasio	
143	Verde sólido FCF	100 mg/kg
150b	Caramelo II - proceso al sulfito caústico	150 mg/kg
150c	Caramelo III - proceso al amoniaco	2000 mg/kg
150d	Caramelo IV - proceso al sulfito amónico	2000 mg/kg
151	Negro brillante PN	150 mg/kg
155	Marrón HT	150 mg/kg
160a(i)	Caroteno, beta (sintético)	100 mg/kg
160e	Carotenal, beta-apo-8'-	
160f	Ester metílico o etílico del ácido beta-apo-8'-carotenoico	
160a(iii)	beta Carotenos ( <i>Blakeslea trispora</i> )	
160a(ii)	Carotenos, vegetales	600 mg/kg
160b(i)	Extractos de annato, base de bixina	20 mg/kg como bixina
160b(ii)	Extractos de annato, base de norbixina	20 mg/kg como norbixina
161b(i)	Luteína de <i>Tagetes erecta</i>	150 mg/kg
161h(i)	Zeaxantina	150 mg/kg
163(ii)	Extracto de piel de uva	100 mg/kg
172(i)	Oxido de hierro, negro	100 mg/kg
172(ii)	Oxido de hierro, rojo	
172(iii)	Oxido de hierro, amarillo	
<b>Emulsionantes</b>		
432	Polioxietileno (20), monolaurato de sorbitán	3000 mg/kg
433	Polioxietileno (20), monooleato de sorbitán	
434	Polioxietileno (20), monopalmitato de sorbitán	
435	Polioxietileno (20), monoestearato de sorbitán	
436	Polioxietileno (20), tristearato de sorbitán	
472e	Esteres diacetiltartáricos y de los ácidos grasos del glicerol	
473	Esteres de ácidos grasos y sacarosa	5000 mg/kg
474	Sucroglicéridos	5000 mg/kg
475	Esteres poliglicéridos de ácidos grasos	2000 mg/kg
477	Esteres de propilenglicol de ácidos grasos	5000 mg/kg
481(i)	Estearoil lactilato de calcio	10000 mg/kg
482(i)	Estearoil lactilato de calcio	10000 mg/kg
491	Monoestearato de sorbitán	5000 mg/kg
492	Tristearato de sorbitán	
493	Monolaurato de sorbitán	
494	Monooleato de sorbitán	

El "Yogur en base a cultivos alternativos", tal como se define en la Sección 2, se denominará a través del uso de un calificativo adecuado conjuntamente con la palabra "yogur". El calificativo seleccionado describirá, de manera precisa y que no induzca a error al consumidor, la naturaleza del cambio realizado al yogur a través de la selección de los Lactobacilos específicos en el cultivo para la fabricación del producto. Tal cambio podrá incluir una marcada diferencia en los organismos de fermentación, metabolitos y/o propiedades sensoriales del producto al compararlo con el producto denominado simplemente "yogur". Unos ejemplos de calificativos que describen las diferencias en las propiedades sensoriales incluyen términos tales como "suave" o "ácido". El término "yogur en base a cultivos alternativos" no se aplicará como denominación.

Los términos específicos anteriores podrán ser empleados en conexión con el término "congelado" siempre y cuando (i) el producto a ser congelado cumpla con los requisitos de esta Norma, (ii) los cultivos específicos puedan ser reactivados en cantidades razonables por descongelado y (iii) el producto congelado sea denominado como tal y vendido para consumo directo, solamente.

Otras leches fermentadas y leches fermentadas concentradas podrán ser designadas con otra diversidad de denominaciones según lo especifique la legislación nacional del país en el cual se vende el producto, o denominaciones existentes por el uso común, siempre y cuando tales designaciones no creen una impresión errónea en el país de venta al por menor con respecto al carácter y la identidad del alimento.

7.1.2 Los productos obtenidos a partir de leche(s) fermentada(s) tratada(s) térmicamente luego de la fermentación se denominarán "Leche Fermentada Tratada Térmicamente". Si el consumidor puede ser inducido a error por esta denominación, entonces los productos se denominarán según lo permita la legislación nacional en el país de venta al por menor. En los países en los que no exista tal legislación, o donde no haya otros nombres de uso común, el producto se denominará "Leche Fermentada Tratada Térmicamente".

7.1.3 La designación de Leches Fermentadas Aromatizadas incluirá la denominación de la(s) principal(es) sustancia(s) aromatizante(s) o sabor(es) agregado(s).

7.1.4 Las leches fermentadas, a las que solamente se les ha agregado edulcorantes nutritivos de carbohidrato podrán etiquetarse como "\_\_\_\_\_edulcorada". En el espacio en blanco se colocará el término "leche fermentada" u otra designación tal como se estipula en la Sección 7.1.1. Si se agregan edulcorantes no nutritivos, como sustituto parcial o total del azúcar, se deberá colocar cerca del nombre del producto el término "edulcorada con \_\_\_\_\_" o "azucarada y edulcorada \_\_\_\_\_", indicándose en el espacio en blanco el nombre de los edulcorantes artificiales.

7.1.5 Las denominaciones comprendidas por esta Norma podrán ser empleadas en la designación, en la etiqueta, en documentos comerciales y para la publicidad de otros alimentos, siempre y cuando se utilice como un ingrediente y las características del ingrediente se mantengan a un grado pertinente para no inducir a error al consumidor.

## 7.2 DECLARACIÓN DE CONTENIDO EN GRASA

En caso de que el consumidor pueda ser inducido a error por su omisión, se declarará el contenido en grasa láctea de modo aceptable para el país de venta al consumidor final, ya sea (i) como porcentaje de masa o volumen, o (ii) en gramos por porción expresados en la etiqueta, siempre que se especifique la cantidad de porciones.

## 7.3 ETIQUETADO DE ENVASES NO DESTINADOS A LA VENTA AL POR MENOR

La información requerida en la Sección 7 de esta Norma y en las Secciones 4.1 a 4.8 de la Norma General para el Etiquetado de Alimentos Preenvasados y, en caso necesario, las instrucciones de almacenamiento, deberán proporcionarse en el envase o en los documentos adjuntos, salvo que la denominación del producto, identificación del lote y el nombre y dirección del fabricante o envasador aparezcan en el envase. Sin embargo, la identificación del lote y el nombre y la dirección del fabricante o envasador podrán ser reemplazados por una marca de identificación, siempre y cuando dicha marca sea fácilmente identificable en los documentos adjuntos.

## 8. MÉTODOS DE TOMA DE MUESTRAS Y ANÁLISIS

Véase CODEX STAN 234-1999.