



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL**



**“EFECTO DE ADICIÓN DE SUERO DULCE DE LECHE EN LAS  
PROPIEDADES FISICOQUÍMICAS COMO RETARDADOR DE  
ENDURECIMIENTO, PROPIEDADES NUTRICIONALES Y  
CARACTERÍSTICAS SENSORIALES DE PAN DE TRIGO”**

**TESIS**

**PRESENTADA POR:**

**Bach. YESENIA MILAGROS TURPO MAMANI**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO AGROINDUSTRIAL**

**PUNO – PERÚ**

**2024**



## Reporte de similitud

NOMBRE DEL TRABAJO

**EFFECTO DE ADICIÓN DE SUERO DULCE D  
E LECHE EN LAS PROPIEDADES FISICOQ  
UÍMICAS COMO RETARDADOR DE ENDU  
R**

AUTOR

**YESENIA MILAGROS TURPO MAMANI T  
URPO MAMANI**

RECuento DE PALABRAS

**19051 Words**

RECuento DE CARACTERES

**98028 Characters**

RECuento DE PÁGINAS

**109 Pages**

TAMAÑO DEL ARCHIVO

**2.4MB**

FECHA DE ENTREGA

**May 15, 2024 9:09 AM GMT-5**

FECHA DEL INFORME

**May 15, 2024 9:40 AM GMT-5**

### ● 8% de similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos.

- 7% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 4% Base de datos de trabajos entregados
- 1% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

### ● Excluir del Reporte de Similitud

- Material bibliográfico
- Material citado
- Material citado
- Coincidencia baja (menos de 12 palabras)



César Paul Laqui Vilca  
INDUSTRIAL



ULISES ALVARADO MAMANI

Resumen



## DEDICATORIA

*Con mucha emoción, alegría y sobre todo amor dedico este esfuerzo a mis queridos padres Don Sixto Gabriel Turpo Galarza y Doña Honorata María Mamani Cahui quienes son mi fortaleza, inspiración a la perseverancia que todo esfuerzo guarda su recompensa a ellos no solo les debo la vida sino también lo que soy pues ellos son mi guía, con su ejemplo y humildad me enseñaron el verdadero sentido de la vida.*

*A mis hermanos David y Gaby por su apoyo constante en el camino para cumplir mis objetivos.*

*A mi asesor M.Sc. César Paul Laqui Vilca por su orientación en este proceso y sobre todo por mostrarme que donde muchos ven un obstáculo es una puerta para grandes desafíos y oportunidades.*

*Y a mi Dios por permitirme continuar en este camino.*

***Yesenia Milagros Turpo Mamani.***



## AGRADECIMIENTOS

Presento mi gratitud a esta gran Alma Mater querida Universidad Nacional del Altiplano de Puno, por haberme abierto las puertas de tu imponente infraestructura, tener la dicha y oportunidad de continuar con mi formación superior, a la familia de la escuela profesional de Ingeniería Agroindustrial en especial a toda la plana de docentes por impartir sus conocimientos teóricos, compartir su experiencia en el campo laboral de esta hermosa carrera que contribuyeron a mi formación profesional.

Mi infinita gratitud a mi Asesor y Director M.Sc. César Paul Laqui Vilca que me acompañó de principio a fin en este proceso como guía en este trabajo de investigación absolviendo mis dudas para la elaboración y ejecución del proyecto de tesis.

A los distinguidos miembros del jurado evaluador: D.Sc. Luis Alberto Jimenez Monroy; D.Sc. Rosario Edely Ortega Barriga y Dr. Ronald Astete Tebes, les agradezco por sus observaciones constructivas para lograr una investigación a la altura de sus conocimientos.

También hacer mención a los miembros administrativos encargados de los laboratorios de la escuela profesional de Ingeniería Agroindustrial por su amabilidad al facilitarme acceso a las instalaciones de estos ambientes para una investigación verídica.

Yesenia Milagros Turpo Mamani



# ÍNDICE GENERAL

Pág.

**DEDICATORIA**

**AGRADECIMIENTOS**

**ÍNDICE GENERAL**

**ÍNDICE DE TABLAS**

**ÍNDICE DE FIGURAS**

**ACRÓNIMOS**

**RESUMEN ..... 15**

**ABSTRACT..... 16**

## **CAPÍTULO I**

### **INTRODUCCIÓN**

1.1. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN ..... 18

1.1.1. Objetivo general ..... 18

1.1.2. Objetivos específicos ..... 18

## **CAPÍTULO II**

### **REVISIÓN DE LITERATURA**

2.1. ANTECEDENTES ..... 20

2.2. SUERO DE LECHE ..... 23

2.2.1. Tipos de suero de leche ..... 25

2.2.2. Características fisicoquímicas del suero de leche dulce ..... 26

2.2.3. El suero de leche dulce y su papel en el medio ambiente ..... 27

2.3. EL PAN DE TRIGO ..... 28



2.3.1. Composición nutricional del pan de trigo .....	29
2.3.2. Vida útil del pan .....	30
2.3.3. Endurecimiento del pan después de la cocción.....	30
2.3.4. Aditivos en industria de panificación.....	31
2.3.5. Ingredientes básicos en la elaboración del pan .....	31
2.3.6. Ingredientes secundarios en el pan. ....	33
2.4. PROCESO DE ELABORACIÓN DEL PAN.....	34
2.4.1. Recepción de materia prima.....	36
2.4.2. Pesado .....	36
2.4.3. Mezclado .....	36
2.4.4. Amasado.....	36
2.4.5. División y pesado.....	37
2.4.6. Heñido o boleado .....	37
2.4.7. Reposo.....	37
2.4.8. Formado .....	38
2.4.9. Fermentado.....	38
2.4.10. Corte.....	39
2.4.11. Horneado o cocción .....	39
2.4.12. Enfriamiento.....	39
2.4.13. Almacenado .....	40



## CAPÍTULO III

### MATERIALES Y MÉTODOS

3.1.	LUGAR DE EJECUCIÓN DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN .....	41
3.1.1.	Materia prima.....	41
3.1.2.	Insumos .....	42
3.2.	MATERIALES Y EQUIPOS UTILIZADOS PARA LA EJECUCIÓN DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN .....	42
3.2.1.	Materiales y equipos para el procesamiento del pan de trigo con suero de leche dulce.....	42
3.2.2.	Instrumentos y equipos de laboratorio para los análisis de las muestras de pan de trigo con suero de leche. ....	43
3.2.3.	Insumos y reactivos para los análisis de las muestras de pan de trigo con suero de leche dulce .....	44
3.3.	METODOLOGÍA DE EXPERIMENTACIÓN.....	45
3.3.1.	Proceso operativo para ejecución del trabajo de investigación.....	46
3.3.2.	Formulación de pan de trigo con suero de leche dulce .....	47
3.3.3.	Proceso de elaboración de pan de trigo con suero de leche dulce .....	48
3.4.	MÉTODOS DE ANÁLISIS.....	53
3.4.1.	Métodos de análisis de propiedades fisicoquímicos y nutricionales.....	53
3.4.2.	Método de análisis de propiedades microbiológicas y características sensoriales .....	59
3.4.3.	Método de análisis estadístico.....	61



## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1.	INTERPRETACIÓN Y DISCUSIÓN DE ANÁLISIS DE PROPIEDADES FISICOQUÍMICOS Y NUTRICIONALES .....	63
4.1.1.	Interpretación y discusión de resultados de color de miga .....	63
4.1.2.	Interpretación y discusión de resultados de textura. ....	68
4.1.3.	Interpretación y discusión de resultado de porcentaje de humedad. ....	71
4.1.4.	Interpretación y discusión de resultados de actividad de agua. ....	73
4.1.5.	Interpretación y discusión de resultados de acidez titulable .....	74
4.1.6.	Interpretación y discusión de resultado de ceniza.....	74
4.1.7.	Interpretación y discusión del contenido de grasa. ....	76
4.1.8.	Interpretación y discusión del contenido de proteína.....	79
4.1.9.	Interpretación y discusión del contenido de carbohidratos.....	81
4.2.	INTERPRETACIÓN Y DISCUSIÓN DE ANÁLISIS DE PROPIEDADES MICROBIOLÓGICOS Y CARACTERÍSTICAS SENSORIALES .....	83
4.2.1.	Interpretación y discusión de resultado del contenido de mohos.....	83
4.2.2.	Interpretación y discusión de los resultados de características sensoriales... ..	84
4.2.3.	Interpretación y discusión de los resultados de aceptabilidad de color. ..	84
4.2.4.	Interpretación y discusión de los resultados de aceptabilidad de olor. ....	87
4.2.5.	Interpretación y discusión de los resultados de aceptabilidad de textura. 89	
4.2.6.	Interpretación y discusión de los resultados de aceptabilidad de sabor....	91
V.	CONCLUSIONES.....	94



<b>VI. RECOMENDACIONES .....</b>	<b>95</b>
<b>VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....</b>	<b>96</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>101</b>

**ÁREA:** Ingeniería y tecnología

**TEMA:** Propiedades físicas y estructurales

**FECHA DE SUSTENTACIÓN:** 17 de mayo del 2024



## ÍNDICE DE TABLAS

	<b>Pág.</b>
<b>Tabla 1</b> Identificación fisicoquímica y bromatológica del suero de leche sin tratamiento. ....	25
<b>Tabla 2</b> Proporción de aminoácidos esenciales en el suero de leche .....	27
<b>Tabla 3</b> Valor nutritivo del pan en porción de 100g .....	29
<b>Tabla 4</b> El diseño experimental, porcentaje de sustitución (%) de agua por suero de leche .....	47
<b>Tabla 5</b> Formulación de tratamientos con adición parcial de suero de leche dulce por agua .....	48
<b>Tabla 6</b> ANVA para interpretación de color de miga luminosidad (L*) .....	64
<b>Tabla 7</b> Resultado de prueba Tukey para color de miga luminosidad (L*) .....	64
<b>Tabla 8</b> ANVA para interpretación de color de miga enrojecimiento (a*) .....	65
<b>Tabla 9</b> Resultado de prueba Tukey para color de miga enrojecimiento (a*) .....	66
<b>Tabla 10</b> ANVA para interpretación de color de miga amarillez (b*) .....	67
<b>Tabla 11</b> Resultado de prueba Tukey para color de miga amarillez (b*) .....	67
<b>Tabla 12</b> ANVA para interpretación de porcentaje de textura .....	68
<b>Tabla 13</b> Resultado de prueba Tukey para textura .....	69
<b>Tabla 14</b> ANVA para interpretación de humedad .....	71
<b>Tabla 15</b> Resultado de prueba Tukey para interpretación de porcentaje de humedad .....	72
<b>Tabla 16</b> Control de actividad de agua en pan de trigo con suero de leche dulce .....	73
<b>Tabla 17</b> Resultados de acidez titulable .....	74
<b>Tabla 18</b> ANVA para el porcentaje de ceniza .....	75
<b>Tabla 19</b> Prueba Tukey para ceniza .....	75
<b>Tabla 20</b> ANVA para el porcentaje de grasa .....	77



<b>Tabla 21</b>	Prueba Tukey para grasa.....	78
<b>Tabla 22</b>	ANVA para el porcentaje de proteína.....	79
<b>Tabla 23</b>	Prueba Tukey para proteína .....	80
<b>Tabla 24</b>	ANVA para el porcentaje de carbohidratos .....	81
<b>Tabla 25</b>	Prueba Tukey para carbohidratos .....	82
<b>Tabla 26</b>	Resultado de análisis microbiológico de mohos presentes en el pan de trigo con suero de leche dulce .....	84
<b>Tabla 27</b>	ANVA para aceptabilidad de color.....	85
<b>Tabla 28</b>	Prueba Tukey para la aceptabilidad de color .....	85
<b>Tabla 29</b>	ANVA para aceptabilidad de olor .....	87
<b>Tabla 30</b>	Prueba Tukey para la aceptabilidad de olor .....	88
<b>Tabla 31</b>	ANVA para aceptabilidad de textura.....	89
<b>Tabla 32</b>	Prueba Tukey para la aceptabilidad de textura .....	90
<b>Tabla 33</b>	ANVA para aceptabilidad de sabor .....	92
<b>Tabla 34</b>	Prueba Tukey para la aceptabilidad de sabor.....	92



## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b>	Diagrama de flujo cuantitativo de obtención de suero de leche.....	24
<b>Figura 2</b>	Diagrama de flujo del proceso de elaboración de pan. ....	35
<b>Figura 3</b>	Proceso operativo para ejecución de trabajo de investigación.....	46
<b>Figura 4</b>	Diagrama de proceso de operaciones para elaboración de pan de trigo con sustitución parcial de suero de leche dulce por agua. ....	49
<b>Figura 5</b>	Escala de rangos de colores del CIELAB .....	53
<b>Figura 6</b>	Medias marginales de textura.....	70
<b>Figura 7</b>	Medias marginales estimadas de porcentaje de humedad.....	72
<b>Figura 8</b>	Medias marginales estimadas de ceniza.....	76
<b>Figura 9</b>	Medias marginales estimadas de grasa.....	78
<b>Figura 10</b>	Medias marginales estimadas de proteína.....	80
<b>Figura 11</b>	Medias marginales estimadas de carbohidratos. ....	83
<b>Figura 12</b>	Medias de aceptabilidad de color .....	86
<b>Figura 13</b>	Medias de aceptabilidad de olor.....	88
<b>Figura 14</b>	Medias de aceptabilidad de textura. ....	91
<b>Figura 15</b>	Medias de aceptabilidad de sabor.....	93



## ACRÓNIMOS

ANVA	ANalysis Of Varianza (análisis de varianza)
cm	Centimetro
DCA	Diseño Completo al Azar
DBCA	Diseño de Bloques Completamente al Azar
F.V.	Fuente de Variación
G.L.	Grados de Libertad
pH	Potencial de Hidrogeniones
g	Gramos
mg	Miligramos
kcal	Kilocalorias
hr	Hora
l	Litro
L*	Luminosidad
a*	Amarillez
b*	Rojez
M.C.	Media Cuadrática
mL	Mililitros



min:	Minutos
ufc	Unidades formadoras de colonias
$\mu$ J	Microjoule
SLD	Suero de Leche Dulce
SM	Suma de Cuadrados
Sig.	Significancia
%	Porcentaje
Hz	Hercio o hertz
v	Voltios
°C	Grados Celsius
FAO	Organización Internacional de Químicos Analíticos Oficiales
A.O.A.C.	Asociación Internacional de Químicos
MINAGRI	Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego
INDECOPI	Instituto nacional de defensa de la competencia y de la protección de la propiedad intelectual.
MINSA	Ministerio de salud



## RESUMEN

El pan de trigo es un alimento básico en la canasta familiar, por ello la industria de la panificación busca nuevas alternativas para mejorar su apariencia y retardar el endurecimiento. El trabajo de investigación tiene como objetivo general evaluar el efecto de la adición parcial de suero de leche dulce en la elaboración de pan de trigo, sobre las propiedades fisicoquímicas, nutricionales y características sensoriales, se trabajó con tratamientos (T1-0%, T2-30% y T3-50%). Para la determinación del efecto en las propiedades fisicoquímicas del pan se siguió los siguientes métodos de análisis: para la color de miga se utilizó el colorímetro con escala de rango de colores del Cielab, textura mediante el texturometro, humedad por el método A.O.A.C.,  $A_w$  mediante el equipo Aqualab, ceniza método A.O.A.C., grasa método soxhlet, proteína método microkjeldal y carbohidratos método A.O.A.C. el diseño estadístico fue DCA; para las propiedades microbiológicas el método propuesto por DIGESA y las características sensoriales se trabajó con escala hedónica el diseño estadístico fue DBCA, como resultados se obtuvieron: color de la miga del pan no hubo un efecto significativo en ( $L^*$ ), ( $a^*$ ) y ( $b^*$ ), la textura reflejó T1(56.65 $\mu$ J), T2(46.61 $\mu$ J) y T3(36.16 $\mu$ J), el promedio de  $A_w$  en T1, T2 y T3 está dentro de 0.70 a 0.72, humedad de 46.55%, ceniza 2.77%, proteína 5.65%, grasa 3.61% y carbohidratos 41.51%, la presencia de mohos en T1, T2 y T3 están entre 1.6 y 2,8X10<sup>3</sup>ufc/g, en la evaluación sensorial se contó con 26 jueces que evaluaron color, olor, sabor y textura donde se nota la aceptabilidad del T2 y T3, se concluye que el suero de leche dulce influye en las características fisicoquímicas como retardador de endurecimiento y mejora las características nutricionales y sensoriales.

Palabras clave: Suero de leche dulce, agua, propiedades fisicoquímicas, masa, pan de trigo.



## ABSTRACT

Wheat bread is a staple food in the family basket, which is why the baking industry is looking for new alternatives to improve its appearance and delay hardening. The general objective of the research work is to evaluate the effect of the partial addition of sweet whey in the preparation of wheat bread, on the physicochemical, nutritional properties and sensory characteristics, working with treatments (T1-0%, T2- 30% and T3- 50%). To determine the effect on the physicochemical properties of the bread, the following analysis methods were followed: for crumb color, the colorimeter with a Cielab color range scale was used, texture using the texturometer, humidity using the A.O.A.C. method, Aw using the Aqualab equipment, ash method A.O.A.C., fat method soxhlet, protein method microkjeldal and carbohydrates method A.O.A.C. the statistical design was DCA; For the microbiological properties, the method proposed by DIGESA and the sensory characteristics were worked with a hedonic scale, the statistical design was DBCA, the results were obtained: bread crumb color, there was no significant effect on ( $L^*$ ), ( $a^*$ ) and ( $b^*$ ), the texture reflected T1(56.65 $\mu$ J), T2(46.61 $\mu$ J) and T3(36.16 $\mu$ J), the average Aw in T1, T2 and T3 is within 0.70 to 0.72, humidity of 46.55%, ash 2.77%, protein 5.65%, fat 3.61% and carbohydrates 41.51%, the presence of molds in T1, T2 and T3 are between 1.6 and 2.8X10<sup>3</sup>cfu/g, in the sensory evaluation there were 26 judges who evaluated color, smell, flavor and texture where the acceptability of T2 and T3 is noted, it is concluded that sweet whey influences the physicochemical characteristics as a hardening retarder and improves nutritional and sensory characteristics.

Keywords: Sweet whey, water, physicochemical properties, dough, wheat bread.



# CAPÍTULO I

## INTRODUCCIÓN

El pan de trigo es un alimento básico en la canasta familiar, cabe resaltar que este producto es de consumo masivo en el día a día, los productos de panificación constituyen fuentes de nutrientes en la dieta de las personas, el pan de trigo resulta del horneado de una masa conformada por harina de trigo, sal y agua potable, fermentada por microorganismos como *sacharomyces cerevisiae*. Según el investigador Madrid (1996). “El pan de trigo al terminar su etapa de horneado pasa a la etapa de almacenamiento donde están propensos a cambios físicos y químicos, atraviesa por pérdida de frescura lo que ocasiona el endurecimiento de la miga lo que es un factor de rechazo para el consumidor puesto que deja ser agradable”. Referencias bibliográficas

Por otro lado, la industria láctea peruana viene prosperando a pasos agigantados en la producción de quesos, siendo esto alentador para el desarrollo económico, pero a pesar de ello no se considera el desecho del suero y la contaminación que este genera, como lo indica Alvarado (2008) el suero de leche desechado por las plantas queseras en la región del altiplano va en crecimiento lo que es una preocupación ya que este efluente es vertido al medio ambiente.

El desecho de alimentos procesados y sin procesar es un problema de interés mundial, año en año va en constante crecimiento, el porcentaje de alimentos desperdiciados por diferentes industrias esto a causa del deterioro de los mismos, el producto procedente de la industria de panadería representa más del 30% de desecho anual esto a causa del deterioro y endurecimiento natural.



Como lo indican algunos autores como Madrid (1996) y Burringtong (2000), el suero de leche dulce posee la mayor parte de las sustancias solubles aproximadamente 50% de sólidos de la leche fresca, 20% de proteínas, 7.5% de grasa, 95% de lactosa y cerca del 50% de minerales, proteínas como: la lactoferrina, lactoperoxidasa,  $\beta$ -lactoglobulina,  $\alpha$ -lactoalbumina, inmunoglobulinas y glicomacropéptidos que conforman el 50%, estos intervienen y mejoran las propiedades sensoriales como color de corteza, textura y sabor en alimentos procesados con la adición de suero de leche.

Debido a que algunos productos de panificación como el pan de trigo pasan por cambios físicos que afectan sus propiedades fisicoquímicas, es que se busca alternativas con el interés de retardar el endurecimiento de pan, lo que nos lleva a la siguiente pregunta de investigación ¿Cuál es el efecto que tiene la adición de suero de leche dulce en las propiedades fisicoquímicas como retardador de endurecimiento, propiedades nutricionales y características sensoriales en el pan de trigo? Lo que nos direcciona a plantearnos los siguientes objetivos.

## **1.1. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN**

### **1.1.1. Objetivo general**

Evaluar el efecto de la adición parcial de suero de leche dulce en la elaboración de pan de trigo (*Triticum aestivum*) sobre las propiedades fisicoquímicas, nutricionales, microbiológicas y características sensoriales.

### **1.1.2. Objetivos específicos**

Determinar el efecto de la adición de suero de leche dulce para el mejoramiento de las propiedades fisicoquímicas y nutricionales en el pan de trigo (*Triticum aestivum*).



Evaluar el efecto de la adición parcial de suero de leche dulce en las propiedades microbiológicas y en el mejoramiento de las características sensoriales como: color, aroma, sabor y textura del pan de trigo (*Triticum aestivum*).



## CAPÍTULO II

### REVISIÓN DE LITERATURA

#### 2.1. ANTECEDENTES

Guemes (2005), en su investigación indica que las proteínas lácteas que se encuentran en el suero de leche pueden ser utilizados para mejorar el sabor, la textura, la apariencia y en algunos casos el valor nutricional de productos procesados como es el caso de los productos de panificación, su investigación tenía como objetivo estudiar el efecto que tenían las masas de pan dulce (tipo concha) al fortificarse con suero de leche concentrado por tratamiento térmico es un retardante de endurecimiento y garantiza su vida útil.

Ledezma y García (2010), en el trabajo de investigación denominado estudio de lactosuero como retardante de endurecimiento en pan blanco tipo francés, trabajaron con suero láctico dulce en polvo a concentraciones de 2, 3 y 4% en función al peso de la harina el diseño experimental que aplicaron fue bifactorial con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones con un total de dieciséis elementos experimentales con tiempos de control de 1 y 24 horas, una vez realizado el proceso de elaboración de pan con ayuda del texturometro TA-XT2i procedieron a evaluar la fuerza de compresión a fin de determinar la textura de dicho alimento donde el tratamiento con el menor porcentaje de concentrado de suero láctico requirió mayor fuerza de compresión en comparación con el tratamiento con mayor concentrado de suero láctico.

Efecto de la adición del lactosuero en la calidad panificadora y sensorial del pan, el objetivo de esta investigación fue evaluar el grado de información sobre el suero y el grado de aceptación del pan con agregado de suero láctico, los investigadores (Cruz y



Antonio, 2018) se plantearon una nueva forma de elaborar pan casero mejorando su composición nutricional con el agregado de lactosuero dulce de queso semiduro, se trató de un estudio tipo descriptivo cuasi experimental y de corte transversal, los análisis de laboratorio revelaron que el pan con lactosuero posee mayor cantidad de proteínas a comparación del pan casero tradicional que es elaborado con agua.

Efecto de la proteína de suero y harinas mixtas sobre los parámetros de calidad de los panes sin gluten. Esta investigación consistió en realizar un estudio experimental donde se evaluaron diferentes formulaciones de pan con adición de proteína de suero de leche dulce, Los investigadores (Marina y Komerowski, 2021) se propusieron evaluar la consecuencia de la adición de proteína de suero lácteo, haría de yuca y garbanzo sobre las propiedades físicas, nutricionales y sensoriales de los panes, en la investigación se propusieron cinco formulaciones de suero (0, 10, 20 y 30%), los resultados de estas formulaciones arrojaron lo siguiente: los tratamientos con harina de yuca y garbanzo a 20 y 30% de proteína de suero de leche dulce presento un alto nivel de calidad de grasas, proteínas, aminoácidos y fibras.

Dopazo (2023), Evaluación de vida útil y propiedades tecnológicas de pan elaborado con suero fermentado de bacterias lácticas como ingrediente de bioconservación. La investigación tenía como objetivo producir un aditivo en base a suero fermentado de leche para la conservación de pan en contra de la contaminación por microorganismos toxigénicos como *Aspergillus* sp, y *penicillium* sp. También se evaluaron las consecuencias en las características sensoriales del pan con la adición de suero fermentado de leche, para ello se formularon tres concentraciones diferentes (1, 5 y 10% de suero fermentado con bacterias de ácido láctico) en la masa del pan, los resultados de análisis de laboratorio mostraron que la formulación de 5% de suero fermentado no influyó de manera significativa en la calidad del pan, pero en consecuencia



incremento la población de metabolitos antifungicos como el ácido láctico y el ácido fenilactico esto conlleva a retardar el envejecimiento del pan contaminado con *aspergillus flavus* y *penicillium verrucosum* y ayudo a disminuir la población fungidos de *penicillium* y *verrucosum* en el pan después de una semana a comparación con un pan de masa tradicional.

Salazar (2012), en su trabajo de investigación denominado estudio del efecto de la incorporación de concentrados de proteína se suero de quesería en la elaboración de pan molde con haría de trigo y quinua, para promover un mayor aprovechamiento del suero generado en las queserías, donde el tratamiento con mejores resultados fue 82.54% de harina de trigo, 13.92% de harina de quinua y 3.54% de suero de leche dulce; la característica fisicoquímica de este tratamiento evidencio aumento de proteínas e incremento altura del pan asimismo la preferencia en el atributo de color y sabor fue positiva en la evaluación sensorial.

Norma (2016), en su trabajo de investigación donde trabajo con proteína de suero comercial y suero precipitado por calor con concentraciones de 0, 10 y 15% en la elaboración de pan dulce tipo concha, en esta investigación se evaluó el efecto del suero comercial y precipitado por calor en las propiedades químicas y de textura de los tratamientos en sus diferentes concentraciones de proteína de suero, los resultados obtenidos en esta investigación fueron que el tratamiento testigo con 0% de suero evidencio un bajo contenido de proteínas en comparación con los panes de 10 y 15% de adición de proteína de suero, asimismo el pan con 10 % de suero comercial presento un mayor trabajo de cohesión que los tratamientos 10 y 15% de suero precipitado por calor, con ello concluye que existe efecto del tipo de concentración de suero en la textura y adhesividad de las masas.

## 2.2. SUERO DE LECHE

El suero de leche es el líquido de color amarillo verdoso que resulta del procesamiento de queso, este se obtiene por la precipitación de la caseína de la leche cuando a la leche fresca con previa pasteurización se agrega el cuajo, el cuajo es una enzima que tiene la función de coagular la leche, esta coagulación semisólida de leche está compuesta por caseína y grasa que con el respectivo proceso se convertirá en queso, una vez retirada esta coagulación de leche semisólida lo que sobraré es el suero de leche. (FAO, 2011).

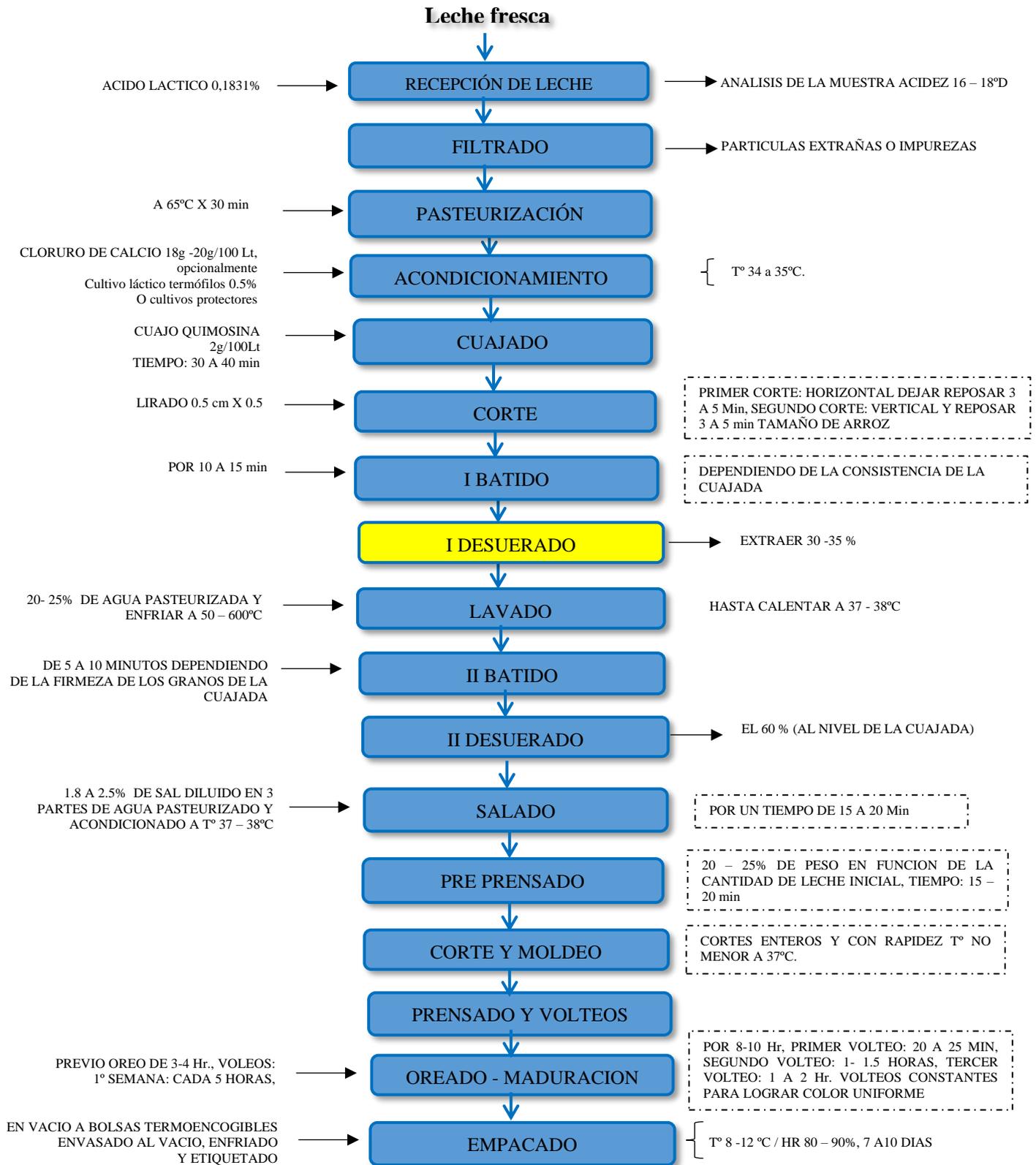
Citando a Gonzales (2006), en el estudio realizado de la utilización biotecnológica del suero de leche indica que el suero constituye entre el 85% y 90% del volumen de la leche, en ello resalta que en este porcentaje el suero de leche retiene cerca del 55% entre lactosa, calcio, sales minerales y proteínas lacto-séricas como la lactoalbumina y lactoglobulina ya que estas no reaccionan al cuajo puesto que tienen un bajo peso molecular solubles en su punto isoeléctrico, estos podrían ser aprovechados en diferentes industrias como alimentarias y farmacéuticas.

Alvarado y Carrasco (2008), la obtención del suero de leche, sub producto de la industria quesera que resumen el proceso de elaboración de queso teniendo como materia prima la leche previamente pasteurizada se le adiciona una enzima que tiene como función coagular la leche esta enzima conocida como cuajo que concentra la caseína y parte de la grasa en una masa semisólida tras su maduración y secado se convertirá en queso y lo que queda como coproducto de este proceso es el suero de la leche.

La Figura 1, se presenta el diagrama de flujo de elaboración de queso tipo paria para obtención de suero de leche dulce.

**Figura 1**

*Diagrama de flujo cuantitativo de obtención de suero de leche*



Fuente: Adaptado por Javier (2021)

### 2.2.1. Tipos de suero de leche

Como afirma Paris (2009) en su trabajo de investigación de obtención de exopolisacaridos de interés industrial a partir del lactosuero y permeatos, clasifica tres tipos de lactosuero: suero de leche dulce, suero de leche ácido y suero de leche salado; el pH del suero de leche dulce oscila entre 5,6 - 6,3 este resulta a partir de la elaboración de quesos duros, semiduro y algunos quesos blandos. En cambio, el suero de leche ácido muestra un pH entre 4,4 - 5,1 y este sub producto resulta por precipitación de la caseína y adición de ácido láctico para formar el cuajo y para el suero de leche salado mediante la adición de sal a la leche o en algunos casos al lactosuero durante el procesamiento del queso.

En la Tabla 1, se presenta la identificación fisicoquímica como el contenido de lactosa, proteínas, grasa, sales, minerales del suero de leche sin tratamiento.

**Tabla 1**

*Identificación fisicoquímica y bromatológica del suero de leche sin tratamiento.*

<b>Parámetro</b>	<b>Suero de leche dulce</b>	<b>Suero de leche ácido</b>	<b>Suero de leche ácido-salado</b>
Agua (%)	93-95	93-95	-
Extracto seco (%)	5-7	5-7	-
Lactosa (%)	4,5-5,3	3,8-5,2	-
Proteínas (%)	0,6-1,1	0,2-1,1	0,86±0,04
Grasa (%)	0,1-0,4	0,1-0,5	0,32±0,03
Sales (%)	0,5-0,7	0,5-1,2	0,61±0,03
Minerales (%)	-	-	-
Valor de pH (%)	6,45	5,0	6,12±0,01

Fuente: Adaptado de: (Guerrero-Rodriguez, 2010) y (Sanchez-Sanchez, 2009)



### 2.2.2. Características fisicoquímicas del suero de leche dulce

Como afirman Bekassy y Balint (2005), “Las vitaminas y nutrientes que el suero de leche dulce o lactosuero dulce tiene son más del 50% de los sólidos de la leche dentro de ello se encuentra las proteínas, lactosa, minerales y vitaminas”. Como lo afirman Alvarado y Carrasco (2008) que proporcionan en su investigación datos más detallados del contenido proteico del suero de leche dulce donde indica que contiene 50% de sólidos totales de la leche, 25% de proteínas, 7% de grasa y aproximadamente 95% de lactosa es aproximado ya que este dato depende del contenido de humedad en el queso, incluyendo que existe un 50% de minerales.

En el estudio realizado por Conti (2012), nos dice que las proteínas predominantes del suero de leche dulce son beta-lactoglobulina ( $\beta$ -Lg) y alfa-lactalbumina ( $\alpha$ -LA) en 3:1, proporcionalmente; considerando también que cuenta entre el 20 a 25 % de Kappa-caseína hidrosoluble también llamada glicomacropéptido (GMP) proteína disuelta en el suero.

González (2006), refiere a las proteínas por el contenido de aminoácidos esenciales en el suero de leche como: lisina, histidina, arginina, ácido aspártico, treonina, serina, ácido glutámico, cisteína, metionina, alonina, valina, prolina, isoleucina, tirosina, fenilalanina con ello podemos enriquecer a aquellos alimentos carentes de estos aminoácidos esenciales.

Como sostiene Linden (1996), los minerales que destacan en el suero de leche dulce son el potasio, calcio, fosforo, sodio y magnesio dentro del 25% de vitamina presente en el suero leche dulce se encuentran vitaminas del grupo B (tiamina, ácido pantoténico, riboflavina, piridoxina, ácido nicotínico y cobalamina).

En la Tabla 2, se observa la proporción de aminoácidos esenciales del suero de leche como cisteína, metionina, valina, leucina, isoleucina, fenilalanina, lisina, histidina y triptófano.

**Tabla 2**

*Proporción de aminoácidos esenciales en el suero de leche*

Aminoácido	g/100g de proteína
Cisteína	1,0
Metionina	2,0
Valina	6,0
Leucina	9,5
Isoleucina	5,9
Fenilalanina	3,6
Lisina	9,0
Histidina	1,8
Triptófano	1,5

Fuente: Parra (2009)

### **2.2.3. El suero de leche dulce y su papel en el medio ambiente**

Como afirma Miranda (2007), el suero de leche es uno de los subproductos más característicos y contaminantes que amenaza el medio ambiente ya que por cada un kilogramo de queso procesado se genera nueve litros de suero. El suero de leche a pesar del transcurso del año sigue siendo un problema contaminante para el medio ambiente esto por su elevada demanda biológica de oxígeno y



química y al no ser tratado este disminuye la concentración de oxígeno del lugar donde es derramado (Valencia, 2009).

Como sostiene Anibal (2017), el suero de leche es considerado un sub producto no deseable porque el costo de su tratamiento es muy elevado es por eso que este importante sub producto es desperdiciado en cantidades considerables pues son vertidas a ríos, acequias, quebradas y al suelo directamente generando un daño preocupante al medio ambiente.

En la opinión de Poveda (2013), menciona que el suero de leche que es rico en proteínas y fuente importante de nutrientes es aprovechado en pequeñas cantidades por algunas industrias como en la elaboración suplementos para bebés, bebidas energéticas para deportistas, en industrias farmacéuticas y otros campos agroindustriales.

### **2.3. EL PAN DE TRIGO**

El pan es un alimento básico en la canasta familiar, el término pan es un término genérico ya que existen diferentes tipos de panes que se diferencian por su apariencia, color, textura, sabor y aroma, estas características dependen mucho de los ingredientes que se utilizan para la elaboración de este producto (Burrigton, 2000).

INDECOPI (2005), conceptualiza el pan como un producto obtenido por la cocción de una masa obtenida básicamente por la mezcla de harina de trigo, agua potable, sal comestible, azúcar, levadura (fermentación panaria – *saccharomyces cerevisiae*) y manteca.

De acuerdo con INDECOPI (2005), exige lo que debe tener un pan para el consumo humano; 82% como mínimo de harina de trigo puro o mezclada con harina sucedánea que no debe exceder el 10% esta debe cumplir con la Norma Técnica



INDECOPI 205-027, el color y la textura dependerán de éste, la humedad limitada es de 35%.

### 2.3.1. Composición nutricional del pan de trigo

En la Tabla 3, se muestra el contenido nutricional del pan de trigo común.

**Tabla 3**

*Valor nutritivo del pan en porción de 100g*

<b>Componente nutritivo</b>	<b>Unidad de medida</b>	<b>Pan de trigo común</b>
Energía	Kcal	258
Proteínas	g	7,8
Lípidos	g	1,0
Carbohidratos	g	58
Fibra	g	2,2
Calcio	mg	19
Hierro	mg	1,7
Yodo	mg	1,0
Magnesio	mg	26
Zinc	mg	2,0
Sodio	mg	540
Potasio	mg	100
Vitamina B1	mg	0,12
Vitamina B2	mg	1,05
Vitamina B6	mg	0,04
Vitamina E	mg	---
Niacina	mg	1,7
Ácido fólico	mg	---

Fuente: Gomez (2014).



### **2.3.2. Vida útil del pan**

La vida útil de un alimento depende de cuatro factores: la formulación, procesamiento, empaque y las condiciones de almacenamiento, la selección correcta de las materias primas e ingredientes funcionales seguidamente el procesamiento de estos ingredientes e insumos formulados a condiciones inhibitorias a reacciones de deterioro y originar el cambio fisicoquímico deseado para el alimento, pasada esta etapa el alimento ingresa a una etapa de mantenimiento y conservación de estas características fisicoquímicas logradas en el cual el empaque juega un papel importante, los parámetros que se deben considerar después del empaqueo son la composición del gas (oxígeno, dióxido de carbono, gases inertes, etileno, etc.), humedad, presión, temperatura estos parámetros indicados por Labuza (2000), permiten incrementar la aceptación y lograr la seguridad e integridad del producto.

La conservación del pan es algo complicada por los cambios físicos y microbiológicos que se presentan en el tiempo de almacenado y el que más resalta es el endurecimiento de la corteza, la actividad de agua y el pH son los parámetros intrínsecos que determinan de la vida útil del pan y de la mayoría de los alimentos (Portales, 2020).

### **2.3.3. Endurecimiento del pan después de la cocción**

Desde que el pan sale del horno atraviesa por una evolución lenta, esta evolución depende mucho de la formulación, el proceso y conservación dentro de la conservación estas las condiciones climáticas, si excluimos el deterioro microbiano en el pan, el endurecimiento del pan se debería a dos tipos de fenómenos: el transporte del agua o actividad de agua libre desde el interior del



pan hasta la corteza y la retrogradación del almidón que ocasiona la movilización del agua ligada (Enzyme, 2007).

Multon (2010), define como agente anti endurecimiento de pan a aquella sustancia que es capaz de retrasar la evolución de un producto cocido o volver a darle un estado fresco, por ello es difícil lograr retardar el endurecimiento del pan.

#### **2.3.4. Aditivos en industria de panificación**

- **Aditivo**

Multon (2010), define aditivo como la sustancia que no es de consumo común, aunque este sea catalogado de carácter alimenticio goce o no de valor nutritivo ya que la función que interesa de un aditivo es tecnológico u organoléptico en cualquier momento del procesamiento de un determinado alimento.

#### **2.3.5. Ingredientes básicos en la elaboración del pan**

Como afirma Calvel (1980), la harina, agua, levadura y sal son ingredientes indispensables en la elaboración de pan, si falta uno solo de estos ingredientes, no se podría elaborar el pan ya que estos ingredientes son los responsables de la apariencia, textura y sabor del pan.

- **Harina**

La harina es el producto obtenido mediante el proceso de molienda, en este proceso se separa las partes no digeribles en grano como el salvado del endospermo que es de donde se obtiene la harina este es el ingrediente predominante en la industria panadera ya que ella es quien le da volumen y estructura al pan (Wayme, 2013).



Composición media de las harinas panificables Calvel, (1980) indica que no deberá de exceder el 15% de humedad ni ser menor al 13%, el contenido de proteína debe ser un mínimo de 9%, almidón entre un mínimo de 13% y como máximo un 15%, en cuanto a las materias grasas con un mínimo de 1% y sin exceder el 2,3% por otro lado contener como máximo un 2,2% de azúcares fermentables, materias celulósicas a 3,5%, el contenido de enzimas hidrolíticos como son la amilasa, proteasa entre otros, debe gozar también de vitaminas B, PP y E; la ceniza debe estar entre 0,5-0,66%.

- **El agua**

Como sostiene Calvel (1980), el agua es otro ingrediente común y también importante en la elaboración de pan, el agua hidrata la harina y forma una masa elástica esto dependiendo del contenido de gluten que contiene la harina, el gluten en la masa le da extensibilidad, elasticidad y plasticidad sin este no se podría obtener un pan ligero y esponjo, agua en la masa es necesaria para el desarrollo de las levaduras.

- **Levadura**

Humanes (2004), en la industria panadera define levadura al organismo microbiano adicionado a la masa, la tarea de este fermento es romper los almidones de la harina y lo convierte en azúcar de modo que desarrolle etanol CO<sub>2</sub>, este queda atrapado en la masa como reacción este se esponja y por consiguiente incrementa el tamaño de la masa también conocido como levantamiento de masa, los microorganismos que se encuentran en la levadura son los que conducen a la fermentación alcohólica y también le otorgan una cierta acidez a la masa en cocción, es decir le confiere al pan características organolépticas.

- **Sal**

La sal en el proceso de elaboración del pan juega un papel importante ya que esta ayuda a mejorar el sabor del pan, la sal refuerza la estructura del gluten, al mejorar esta estructura interviene en el mejoramiento de la elasticidad para así llegar a la textura deseada del pan, también actúa como inhibidor en el crecimiento de hongos no deseables esto para poder controlar la fermentación de los panes (Wayme, 2013).

### **2.3.6. Ingredientes secundarios en el pan.**

En la actualidad la industrialización en procesos agroindustriales viene dando pasos importantes en el mejoramiento de la calidad de sus productos, la industria panadera no es ajena a este mejoramiento pues viene adicionando ingredientes como el azúcar, grasas y leche a sus procesos para empujar sus productos a una mejor calidad y aumentar el valor nutritivo (Oscella, 2008).

El azúcar beneficia en la fermentación al inicio del proceso de elaboración del pan, este edulcorante sirve como un alimento impulsador a la levadura y ayuda a la fermentación, ayuda a la conservación del producto final es decir el pan y también aporta durabilidad de la misma manera mejora su presentación (Cauvain, 2011).

Los componentes grasos le agregan valor nutritivo, sabor y además estos componentes actúan como emulsionantes que tiene la tarea de hacer que la masa sea más homogénea y fina; en cuando al rol que juega con el gluten coopera a formar una capa que separa las partículas de almidón y la red glutínica lo que ocasiona el cambio de la superficie hidrófila en lipófila (Calvel, 1980).

Esta transformación de la superficie hidrófila en lipófila de las proteínas impulsa la elasticidad de la masa sin la posibilidad de que esta se rompa, además



ayuda a suspender las burbujas de gas, evitando que estas burbujas de gas se fusionen esto con la finalidad de evitar burbujas de gas más grandes (Calvel, 1980).

Cauvain (2011), nos habla de dos tipos de grasas, las saturadas que establecen las burbujas de gas, por medio del efecto de cristalización, con este efecto se logra un mayor volumen del pan, por otro lado, también se tiene las grasas insaturadas, estos tienen el rol de mejorar el aspecto y la consistencia de la masa, ayuda a proporcionar un aumento de suavidad en la miga.

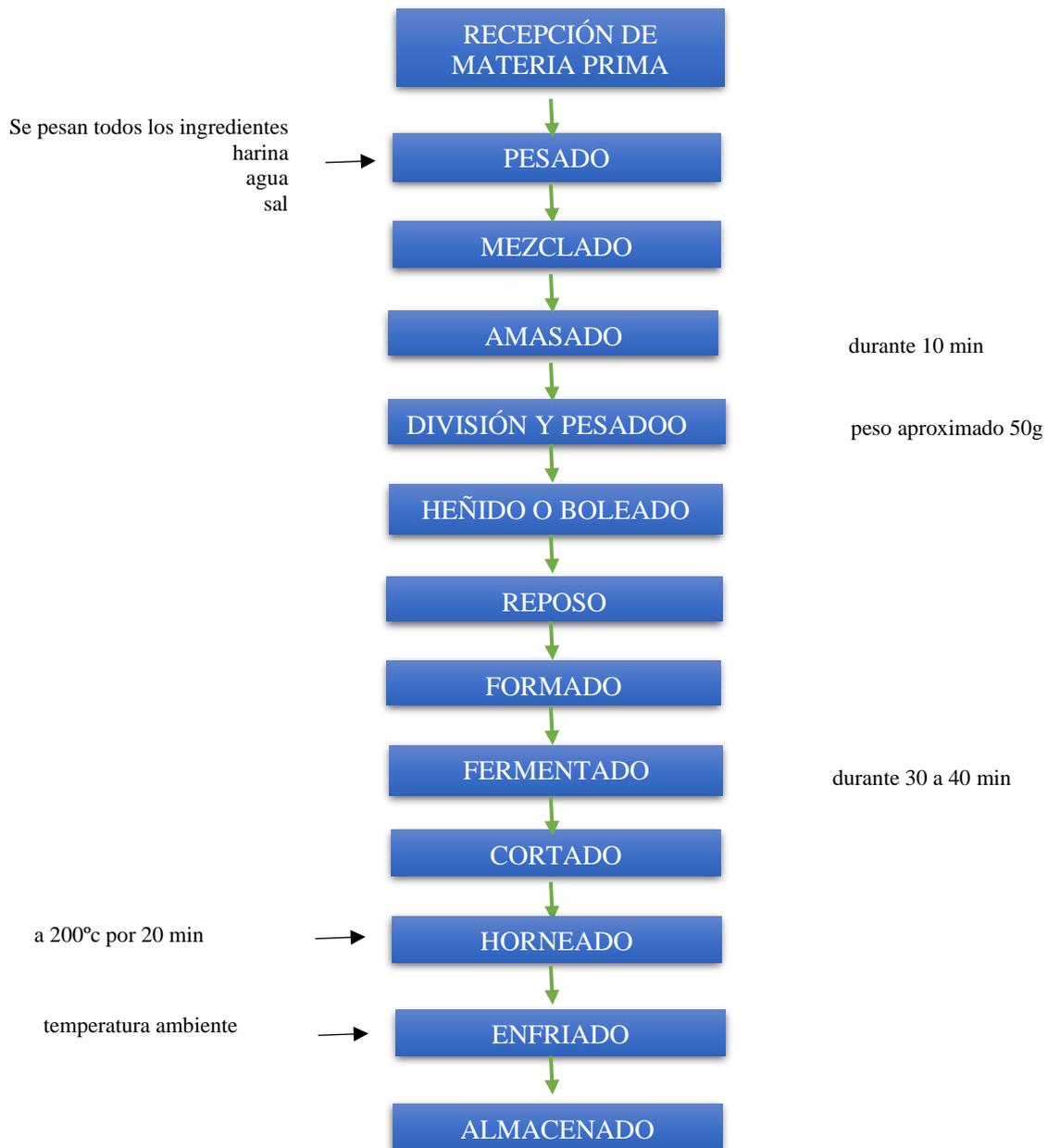
La leche es el segundo líquido más importante en el proceso de elaboración de pan ya que este tiene la función de mejorar las cualidades organolépticas del pan como son, textura, sabor, color de corteza y algunas cualidades para su retardamiento de endurecimiento y por consiguiente para mejorar el valor nutricional del pan (Wayme, 2013).

#### **2.4. PROCESO DE ELABORACIÓN DEL PAN**

En la Figura 2, se presenta el diagrama de flujo de la elaboración de pan de trigo con sus respectivos parámetros.

**Figura 2**

*Diagrama de flujo del proceso de elaboración de pan.*



Fuente Mestas y Alegue (2002).



Descripción del proceso de elaboración de pan de trigo

#### **2.4.1. Recepción de materia prima**

Se controla la calidad de la materia prima que entrara al proceso, el control se rige en la caducidad, color, libre de impurezas de la harina, pureza del agua, la sal y demás insumos que implican la elaboración de pan de trigo (Cauvain,2011).

#### **2.4.2. Pesado**

En la etapa de pesado como lo indica el mismo proceso se pesa cada uno de los ingredientes e insumos de acuerdo a la cantidad que se pretenda producir (Cauvain, 2011).

#### **2.4.3. Mezclado**

Sobre una mesa de trabajo limpia y desinfectada se procede a mezclar los ingredientes e insumos de la elaboración de pan de trigo para continuar con la etapa de amasado (Calvel,1980).

#### **2.4.4. Amasado**

El amasado es la homogenización es el trabajo mecánico que se desarrolla cuando cada partícula de la harina se rodea por agua, en esta primera etapa se mezcla los ingredientes: agua, harina, sal, levadura y grasa; ese proceso permite la hidratación de todos estos ingredientes además se logra incorporar aire a la masa desarrollando así el gluten de la harina para formar una red fina y elástica de un solo cuerpo llamado masa (Cauvain, 2011).



#### **2.4.5. División y pesado**

En este proceso se trata de llegar al tamaño y la forma deseada y para ello se divide en porciones individuales y seguidamente darles la forma deseada para esta etapa de elaboración de pan se deberá contar con un cortador de masa y una balanza; la tensión de la masa en el fraccionamiento reduce el resultado de irregularidades en el peso (Calvel, 1980).

Wayme (2013), recomienda que la partición o fraccionamiento de la masa sea lo más precisa al peso que se requiere ya que al adicionar trozos a la masa para llegar al peso deseado se incurre a una fermentación más lenta y además la porción quedara menos uniforme a aquellas fracciones de masa que tuvieron el corte y el peso correcto.

#### **2.4.6. Heñido o boleado**

Consiste en dar forma de bola a la masa en este proceso consiste en elaborar una capa seca para evitar rompimientos de la masa o desgarres después de la división para ello es importante espolvorear harina en la forma de la masa para así asegurar un cuerpo de masa boleado sin malas formaciones, para darle forma al pan se introduce la masa a un molde o darle forma de manera manual para lograr el perfil deseado (Cauvain, 2011).

#### **2.4.7. Reposo**

En la etapa de reposo se deja descansar la masa son el objetivo de esta recupere la oxigenación perdida durante la división y el boleado, para que la masa repose tiene que estar sujeta a temperatura ambiente en el mismo ambiente de amasado según Clavel (1980), recomienda colocar a masa en cámaras de bolsa



con temperatura controlada y también llevar un control de tiempo ya que es mucho mejor.

#### **2.4.8. Formado**

En la etapa de formado como su nombre mismo lo indica consiste en darle la forma deseada a la masa, por ejemplo, si se busca un pan redondo el producto del boleado brinda dicha forma, si en caso se pretende un pan de forma más elaborada suele realizarse de manera manual, en cambio cuando se pretende conseguir un pan grande como un pan molde se recurre a bandejas de los moldes deseados (Calvel, 1980).

#### **2.4.9. Fermentado**

Tal y como señala Cuavain (2011), existen tres etapas fundamentales en la fermentación; la primera es la fermentación rápida en esta etapa la levadura empieza a actuar al poco tiempo de ser incorporada pues se metaboliza en los azúcares libres que están presentes en la harina. En la segunda etapa que es la más larga donde se considera a  $\alpha$ -amilasa,  $\beta$ -amilasa, glucosidasa y aminoglucosidasa estas enzimas ayudan a producir la mayor fermentación alcohólica, pero de menor grado y la tercera etapa de la fermentación de corto tiempo donde el tamaño de la fracción de masa influye cuando el interior de esta alcanza los 55°C ya que es la temperatura máxima donde las células de la levadura pueden sobrevivir.

El proceso químico que ocurre en la fermentación se da en un mínimo de 60 minutos sin exceder los 90 minutos, es el aumento del volumen de la pieza, producción de aromas y textura fina por acción de la levadura sobre los azúcares y pueda generar bióxido de carbono. para que esto suceda las fracciones de masa



deben encontrarse en reposo para continuar con el proceso de fermentación (Portales, 2020).

#### **2.4.10. Corte**

El proceso de corte consiste en realizar pequeñas incisiones en la superficie de la masa después de la fermentación, antes de que esta masa sea introducida al horno, estos cortes superficiales tienen como objetivo lograr el desarrollo deseado de la masa durante la cocción u horneado (Calvel, 1980).

#### **2.4.11. Horneado o cocción**

En este proceso lo que se logra es la transformación de la masa fermentada en pan, al someter a la masa fermentada a una temperatura de 67°C esta sufre cambios físicos y químicos: el etanol presente en la masa se evapora, también se evapora parte del agua contenida en la masa es decir la estructura de la masa comienza a tener una estructura más rígida, aumenta la coagulación de las proteínas, la transformación del almidón en dextrinas y caramelización de los azúcares (Cauvain, 2011).

#### **2.4.12. Enfriamiento**

Posterior a la cocción del pan, este abandona el horno para pasar a la etapa del enfriamiento, en la etapa de cocción el pan paso por una serie de cambios físicos y químicos que básicamente es el desplazamiento del etanol, el agua y el gas carbónico del interior de la miga hacia la corteza del pan, gran porcentaje de este traslado se ve truncado en la corteza generando así la humedad en la misma a este fenómeno se le conoce como rezumado esto mientras el pan va enfriándose hasta igualarse con la del medio ambiente (Cauvain, 2011).



### **2.4.13. Almacenado**

Terminado con el proceso de enfriado del pan, estas piezas pasan a ser pesadas y almacenadas en bolsas de polietileno, cestos, bolsas de papel o cajas de cartón a temperatura ambiente.



## CAPÍTULO III

### MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. LUGAR DE EJECUCIÓN DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Para la ejecución del trabajo de investigación titulado: Efecto de adición de suero de leche dulce en las propiedades fisicoquímicas como retardador de endurecimiento, propiedades nutricionales y características sensoriales del pan de trigo. Se elaboró entre los meses de agosto hasta noviembre del 2023 las muestras de suero dulce de leche se obtuvieron de la Planta procesadora de lácteos ECOLACTEOS HUATA del distrito de Huata, Provincia y Departamento de Puno.

Para cumplir con los objetivos propuestos, los análisis de los tratamientos se realizaron en las instalaciones de los siguientes laboratorios de la Universidad Nacional del Altiplano de Puno:

- Análisis fisicoquímico y nutricional; se realizaron en los laboratorios de evaluación nutricional de alimentos, laboratorio de agua y suelos de la escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial e Ingeniería Agronómica respectivamente.
- Análisis microbiológico; se realizó en el laboratorio de microbiología de alimentos de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial.
- Análisis sensorial; se realizó en las instalaciones del laboratorio de evaluación nutricional de alimentos de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial.

##### 3.1.1. Materia prima

- La principal materia prima para la ejecución de este trabajo de investigación es el suero de leche dulce, sub producto del procesamiento de queso tipo paria



proveniente de la planta procesadora de lácteos ECOLACTEOS HUATA que se encuentra ubicado en el Distrito de Huata Provincia y Departamento de Puno.

- Harina de trigo comercial marca blanca nieve.
- Agua embotellada mineral.

### **3.1.2. Insumos**

- Azúcar industrial rubia marca cartavio.
- Manteca Vegetal marca famosa.
- Sal común marca marina.
- Levadura seca marca okendo.
- Mejorador marca unipan.

## **3.2. MATERIALES Y EQUIPOS UTILIZADOS PARA LA EJECUCIÓN DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN**

### **3.2.1. Materiales y equipos para el procesamiento del pan de trigo con suero de leche dulce.**

- Recipientes
- Mesa de trabajo Inox de 2 niveles, medidas 2.20m de largo por 100cm de ancho y 90cm de altura.
- Cuchillos marca Tramontina Inox.
- Balanza Analítica Digital capacidad 300 g. sensibilidad de diezmilésima de gramo (0,0001 gramos ó 0,1 miligramos) marca Mettler Toledo.
- Amasadora modelo HS10, capacidad 5kg de masa, motor 1,5 Hp. peso 60kg aprox.



- Rebanadora marca Nova.
- Carro porta bandejas Inox, capacidad de 10 bandejas.
- Bandejas Inox.
- Horno eléctrico marca ACERO SUR, capacidad 5 bandejas de 40X37cm, voltaje 200.
- Fermentadora marca Nova, de capacidad máxima de 18 bandejas, frecuencia 50/60Hz, temperatura de fermentación  $\pm 5\%$ .

### **3.2.2. Instrumentos y equipos de laboratorio para los análisis de las muestras de pan de trigo con suero de leche.**

- **Instrumentos.**
  - Probetas de 10, 50, y 100mL
  - Tubos de ensayo de 10, 20, 50 y 100mL
  - Placas Petri.
  - Pipetas de 5, 10 y 25mL
  - Buretas
  - Papel filtro, kraf..
  - Pera de decantación.
  - Crisoles de porcelana.
  - Luna de reloj pirex.
  - Matríz de 50, 100 y 250mL.
  - Mechero de alimentación por alcohol.
  - Pinzas para manipulación de instrumentos expuestos al calor.
  - Gradillas para tubos de ensayo.
  - Tabla para picar



- **Equipos**

- Balanza analítica de capacidad de 500g con sensibilidad de diezmilésima de gramo (0,0001 gramos ó 0,1 miligramos) marca Electronic scale.
- Estufa marca LMN tipo LP5
- Mufla marca Telco
- Equipo soxhlet
- Equipo microkjedahl
- Analizador de humedad marca AQUALAB
- Autoclave con potencia de 50/60 Hz marca VWR.
- Incubadora de 200v de potencia y 1.8 amperios.
- Analizador de textura, Texturometro con velocidad de 0.01-01mm/s.
- Contador de colonias con capacidad de 0,999 colonias, pantalla digital LED lupa 3X, voltaje 110v (60Hz).

### **3.2.3. Insumos y reactivos para los análisis de las muestras de pan de trigo con suero de leche dulce**

- Cultivo
  - (lactosa) líquido verde.
- Reactivos
  - Ácido sulfúrico
  - Hidróxido de sodio
  - Fenolftaleína Ácido bórico



### 3.3. METODOLOGÍA DE EXPERIMENTACIÓN.

El presente trabajo de investigación fue experimental porque se manipuló, controló las variables y factor de estudio.

El tipo de investigación es correccional porque se busca predecir el efecto del suero de leche dulce sobre las propiedades fisicoquímicas, sensoriales y nutricionales midiéndose coeficientes de correlación que no necesariamente sean causales.

- Variable de estudio.
  - a. Suero de leche dulce
- Variable de respuesta.
  - a. Para el objetivo 01
    - Propiedades fisicoquímicas.
    - Propiedades nutricionales.
  - b. Para el objetivo 02
    - Análisis microbiológico.
    - El análisis sensorial.
- Indicadores:
  - a. Para las propiedades fisicoquímicas y nutricionales

#### Análisis fisicoquímico

- Color de miga
- Textura
- % de humedad
- % de actividad de agua
- % de acidez
- % de ceniza

#### Propiedades nutricionales

- % de grasa
- % de carbohidratos

- % proteínas
- b. Para las propiedades microbiológicas e indicadores sensoriales

#### Análisis microbiológico

- Mohos

#### Características sensoriales

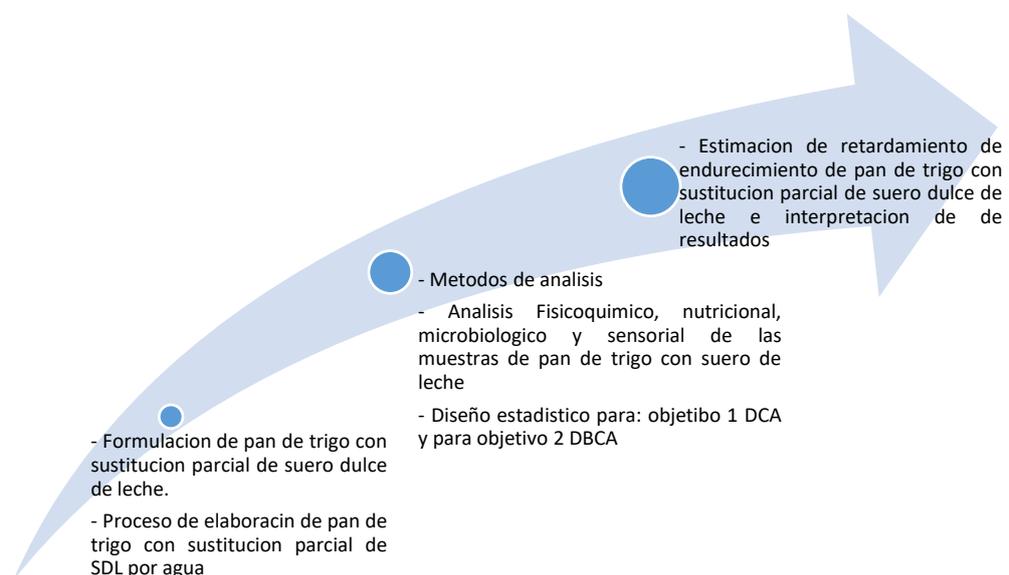
- Sabor
- Color
- Olor y textura

### 3.3.1. Proceso operativo para ejecución del trabajo de investigación

En la Figura 3, se representa de manera gráfica el proceso de operación para ejecutar el trabajo de investigación.

#### Figura 3

##### *Proceso operativo para ejecución de trabajo de investigación*



Fuente: Adaptado por Javier (2021).

En la Tabla 4, se detalla la sustitución parcial en porcentaje de 0, 30 y 50% de suero de leche dulce por agua en la elaboración de pan de trigo.



**Tabla 4**

*El diseño experimental, porcentaje de sustitución (%) de agua por suero de leche*

<b>Tratamientos</b>	<b>Suero de leche dulce (%)</b>	<b>Agua (%)</b>
T1 (Testigo)	0	100
T2	30	70
T3	50	50

### **3.3.2. Formulación de pan de trigo con suero de leche dulce**

Para la producción de un pan que retarde su endurecimiento por más tiempo se formuló distintas concentraciones de suero dulce de leche derivadas de recetas de elaboración de pan común, en ello se buscaba la formulación que ayude a retardar el endurecimiento de este producto de consumo masivo para lo cual se realizó tres formulaciones que cooperaban a la obtención de un pan con mejores características sensoriales, fisicoquímicas y nutricionales.

En la Tabla 5, se presenta las formulaciones de los tres tratamientos de elaboración de pan de trigo con adición parcial de suero de leche dulce por agua.

**Tabla 5***Formulación de tratamientos con adición parcial de suero de leche dulce por agua*

Ingredientes	Formulaciones*					
	T1 (A <sup>1</sup> 100 - SLD <sup>2</sup> 0%)		T2 (A <sup>1</sup> 70 - SLD <sup>2</sup> 30%)		T3 (A <sup>1</sup> 50 - SLD <sup>2</sup> 50%)	
	(%)	(g)	(%)	(g)	(%)	(g)
Harina de Trigo	55,26	552,6	55,26	552,6	55,26	552,6
Agua	34,23	342,3	23,96	239,6	17,11	171,1
Suero de leche dulce	0	0	10,27	102,7	17,11	171,1
Azúcar	4,64	46,4	4,64	46,4	4,64	46,4
Manteca Vegetal	3,73	37,3	3,73	37,3	3,73	37,3
Sal común	1,3	13	1,3	13	1,3	13
Levadura	0,72	7,2	0,72	7,2	0,72	7,2
Mejorador	0,12	1,2	0,12	1,2	0,12	1,2
<b>Total %</b>	100	1000	100	1000	1000	1000

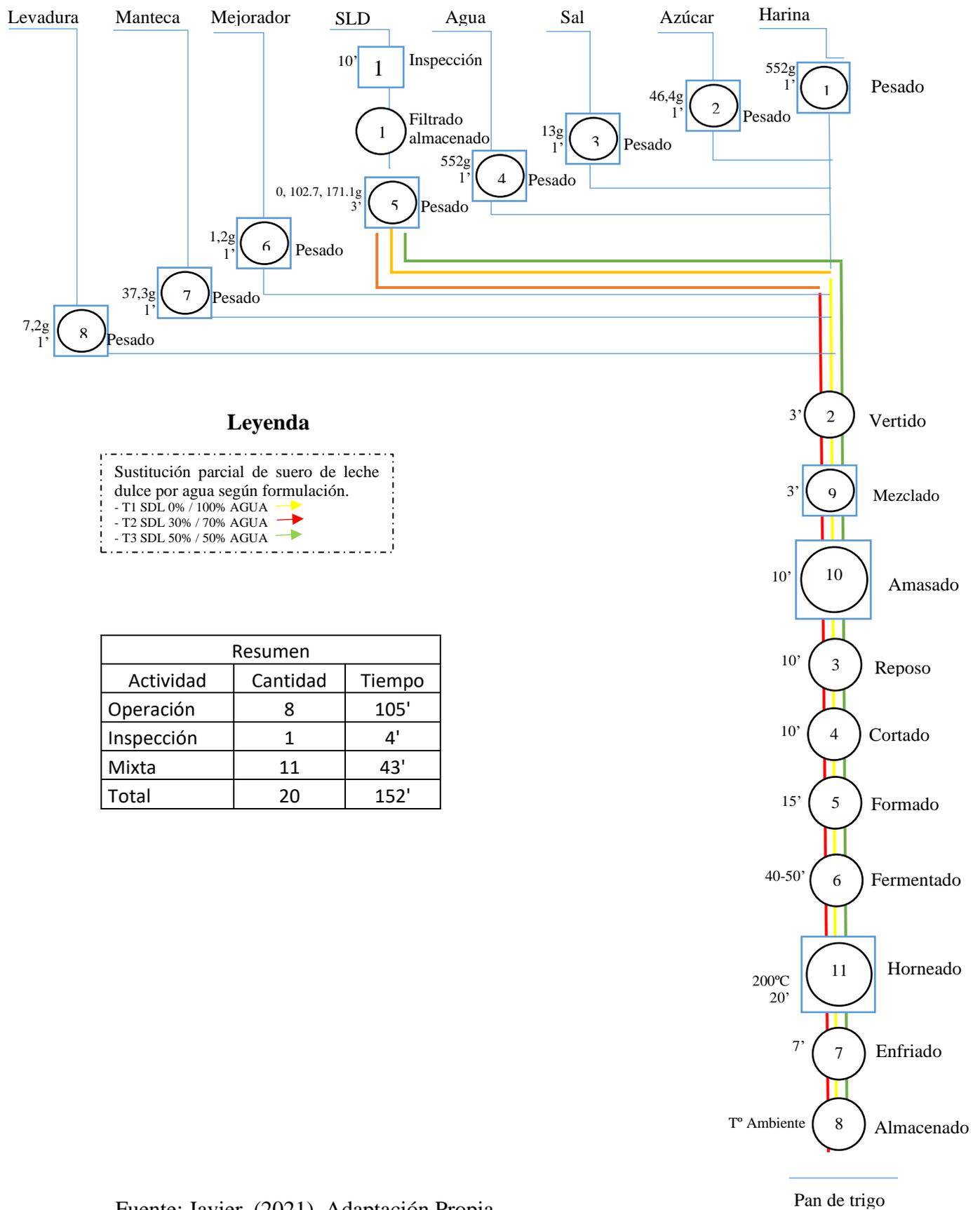
A<sup>1</sup>: Agua, SLD<sup>2</sup>: suero de leche dulce.

### 3.3.3. Proceso de elaboración de pan de trigo con suero de leche dulce

En la Figura 4, se representa el diagrama de flujo experimental del proceso de elaboración de pan de trigo con sustitución parcial de suero de leche dulce por agua con las respectivas formulaciones de los tres tratamientos.

**Figura 4**

*Diagrama de proceso de operaciones para elaboración de pan de trigo con sustitución parcial de suero de leche dulce por agua.*



Fuente: Javier, (2021). Adaptación Propia.



## **Descripción del diagrama del proceso de operaciones para la elaboración de pan de trigo con sustitución parcial de suero de leche dulce por agua**

- a. Recepción de materia prima.** El suero de leche dulce se adquirió de la Planta Procesadora de Lácteos **Ecolacteos Huata** del Distrito de Huata Provincia y Departamento de Puno con previa inspección organoléptica (olor, sabor y color) posterior a ello se hizo la operación de filtrado con el objetivo de separar el suero con los restos de coagulo de queso y almacenado a temperatura de refrigeración en cooler acondicionado con hielo con la finalidad de retardar la acidificación, posterior a ello se hizo una inspección de calidad a Los demás insumos que son: harina, azúcar, manteca vegetal, sal común, levadura y mejorador estos fueron adquiridos de los supermercados de la ciudad de Puno.
  
- b. Pesado.** De acuerdo con la formulación de la Tabla 5, se pesó cada uno de los insumos (harina de trigo, agua potable, suero de leche dulce, azúcar, manteca vegetal, sal común y levadura) y aditivo (mejorador) para el procesamiento de pan de trigo obteniéndose dos muestras con sustitución parcial de suero de leche dulce de 30% y 50% más una muestra de testigo con 0% de suero de leche dulce.
  
- c. Vertido.** En este proceso se realizó el traspaso de toda la materia prima previamente pesada y seleccionada con revisión visual, el tiempo de vertido tuvo una duración de aproximadamente 3 min.
  
- d. Mezclado.** Sobre una mesa de trabajo INOX limpia se mezcló todos los ingredientes (harina de trigo, agua/suero dulce de leche (0%, 30% y 50%), azúcar,



sal, manteca, levadura y mejorador hasta que estén integrados por completo, este proceso tiene una duración aproximada de 3min.

- e. **Amasado.** En este proceso se homogenizó y amasó los ingredientes: agua/suero de leche dulce, azúcar, harina, sal, levadura y manteca; ese proceso tuvo una duración de aproximadamente 10min y permitió la hidratación de todos estos ingredientes además se logra incorporar aire a la masa desarrollando así el gluten de la harina para formar una red fina y elástica de un solo cuerpo llamado masa.
  
- f. **Reposo.** En la etapa de reposo se hizo descansar la masa con el fin que esta pueda ganar la oxigenación y aumente el volumen de sí misma, este proceso tuvo una duración de 10 min. para que la masa pudiera reposar tiene que estar sujeta a temperatura ambiente en el mismo ambiente de amasado y recomienda colocar a masa en cámaras de bolsa con temperatura controlada y llevar un control de tiempo ya que es mucho mejor.
  
- g. **Corte o división.** En este proceso se dividió en porciones individuales pequeñas lográndose masas de 50g. aproximadamente para esta etapa de procesamiento de pan se deberá contar con un cortador de masa y una balanza; se recomienda que la partición o fraccionamiento de la masa sea lo más precisa al peso que se requiere ya que al adicionar trozos a la masa para llegar al peso deseado se incurre a una fermentación más lenta y además la porción quedara menos uniforme a aquellas fracciones de masa que tuvieron el corte y el peso correcto, este proceso tuvo una duración de 10min.



- h. Formado.** Posterior a corte o división se procedió a dar la forma deseada y uniforme esto de manera manual, en este proceso se busca expulsar el exceso de gas ganado en el reposo, una vez que se haya concluido con el formado de las masas de pan se procede a poner estas formas de masa en un recipiente o charola para horno para su fermentación, este proceso tuvo una duración de 15 min.
- i. Fermentado.** Para ese proceso las masas de 50g que fueron colocadas en las bandejas pasaron a ser trasladadas a una cámara de fermentación durante unos 40 a 50 min, esto con el fin de lograr mayor fermentación de alcohol es decir induciendo al crecimiento de la masa llegando al volumen deseado.
- j. Horneado.** En esta etapa de cocción a una temperatura de 200 °C durante 20 min la masa pasó por diferentes cambios físicos y químicos, empezando por la precipitación de la proteína, la gelatinización de los almidones y evaporando el alcohol presente en la masa y finalmente logrando una corteza de color uniforme.
- k. Enfriamiento.** Siguiendo con el proceso de elaboración del pan en la etapa de enfriamiento cuando los panes ya estén cocidos pasan a ser colocados a canastas o cajas a temperatura ambiente y se deja reposar durante unos 20 a 30 min donde las piezas de pan se adecuarán a la temperatura ambiente.
- l. Almacenado.** Terminado con el proceso de enfriado del pan, estas piezas pasaron a ser pesadas y almacenadas en tapes de polietileno para su posterior control y análisis de cada una de las piezas de pan de trigo con suero de leche dulce.

### 3.4. MÉTODOS DE ANÁLISIS

#### 3.4.1. Métodos de análisis de propiedades fisicoquímicos y nutricionales

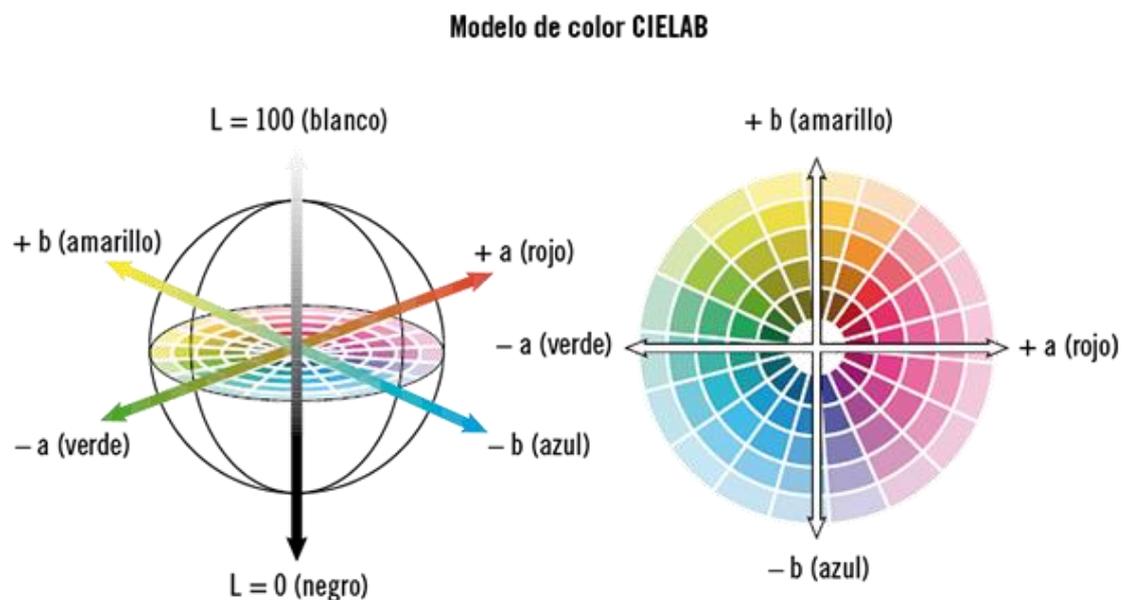
##### a. Determinación de color de miga

Para la determinación de los cambios de color en la miga del pan de trigo con adición parcial de suero de leche dulce se empleó el colorímetro de marca PCA Lo 100/a CIELAB con el propósito de medir varias ubicaciones de color de la miga del pan, las mediciones que realiza este colorímetro son ( $L^*$ ) luminosidad con el siguiente rango de 0 (negro) a 100 (blanco); ( $a^*$ ) enrojecimiento con un rango de  $+a^*$  (rojo) a  $-a^*$  (verde) y ( $b^*$ ) Amarillez con el rango  $+b^*$  (amarillo) a  $-b^*$  (azul) (Aldughpassi, 2021).

En la Figura 5, se presenta de manera gráfica la escala de los rangos de colores del CIELAB.

**Figura 5**

*Escala de rangos de colores del CIELAB*



Fuente: Aldughpassi, (2021).



## **b. Determinación de textura**

Para la determinación de textura de pan de trigo con suero de leche dulce se empleó el mismo equipo analizador de textura TEXTUROMETRO TEXTURE ANALYZER con lectura directa midiendo la fuerza de compresión arrojando resultados en  $\mu\text{J}$ , (Ver Anexo 1) con la siguiente calibración para pan de trigo: compresión 20% de la altura original de la muestra analizada con peso inicial de masa aproximado de 10 a 12g en forma de cubos de 5cm de altura aproximadamente; para la compresión de las muestras se utilizó el vástago o sonda cilíndrica de 38,1 mm de diámetro y 20mm de largo (accesorio del analizador de textura) comprimiendo las muestras de pan dos veces consecutivamente a una velocidad de 5mm/s (Luquet, 1993).

Este análisis de textura se realizó durante 3 días de manera inter diaria llevando un control de la pérdida de textura en los panes de trigo con suero de leche dulce con las siguientes concentraciones T1-SDL 0% / 100% AGUA, T2-SDL 30% / 70% AGUA y T3-SDL 50% / 50% AGUA.

## **c. Determinación de porcentaje de Humedad**

El contenido de humedad se determinó utilizando el método de A.O.A.C. (2002), para la ejecución correcta de este análisis se procedió en pesar 60g aproximadamente de cada muestra y también se pesó las lunas de reloj con la ayuda de una balanza analítica, luego cada una de las muestras se procede a poner en la estufa por un tiempo de 12h a una temperatura de 60°C, por consiguiente se pesa las muestras secas con las una de reloj y por diferencia de peso se determina el porcentaje de humedad, para ello se utilizó la siguiente fórmula:



Fórmula para determinación de porcentaje de humedad

$$\text{contenido de humedad}(\%) = 100\left(\frac{(b-a)-(c-a)}{b-a}\right) \quad (1)$$

Donde:

a = Peso de la luna de reloj seca y limpia (g)

b = Peso de la luna de reloj + muestra húmeda (g)

c = Peso de la luna de reloj + muestra seca (g)

#### **d. Determinación de actividad de agua**

Para la evaluación del endurecimiento del pan se cuantifico la humedad relativa en equilibrio o también conocida como actividad de agua y la textura de la miga del pan en los días 1, 3 y 5 después del horneado.

Machado (2015), brinda la siguiente metodología para la medición de actividad de agua en pan, mediante el uso del equipo Aqualab, equipo que mide la actividad de agua de un alimento por lectura directa, el propone el siguiente proceso: pesar 2g por muestra de pan, luego poner la muestra en el recipiente del Aqualab para la lectura de la muestra, esta lectura puede tardar dependiendo del contenido de agua del alimento, este proceso se debe repetir tres veces por muestra para posteriormente realizar el cálculo de la lectura promedio (Ver anexo 2).

#### **e. Determinación de acidez**

Para la determinación de acidez se determinó con el siguiente procedimiento: se procedió a pesar con la ayuda de una balanza analítica muestras de 10g de los tratamientos T1-SLD 0% /100% AGUA, T2-SLD 30% /70% AGUA y T3-SLD 50% /50% AGUA, cada una de estas muestras de 10g se tritura y



homogeniza con agua destilada con una proporción de 1-9, es decir 10g de muestra y 90mL de agua destilada ingresan a la trituradora hasta obtener un líquido homogéneo, seguido este procedimiento se continua a filtrar con papel filtro sobre un matraz estos líquidos obtenidos, se agrega 5 gotas de fenolftaleína y se procede a la titulación con solución de dióxido de sodio (NaOH- 0.1 N) (Machado, 2015).

Para la determinación del porcentaje de acidez aplicamos el siguiente cálculo:

Fórmula para determinación de porcentaje de acidez.

$$\% \text{ de acidez} = (Vx * NxMeq * 100)/Vy \quad (2)$$

Donde:

Vx = volumen en ml gastados de la base

Vy = volumen en ml de la muestra de ácido

N = Normalidad de la base

Meq = mili equivalente de ácido predominante en la muestra ácida.

#### f. Determinación de porcentaje de ceniza

Luquet (1993), para la determinación de ceniza se realizó utilizando el método A.O.A.C. (2002), mediante la calcinación de 2g de muestra de T1 SLD 0% / 100% AGUA – T2 SLD 30% / 70% AGUA Y T3 SLD 50% / 50% AGUA para ello se utilizó crisoles previamente pesados para cada uno de los tratamientos, esto se llevó a la mufla a una temperatura de 600°C durante 3h hasta que las muestras tengan un color gris. (Ver anexo 3)

Fórmula para determinación de porcentaje de ceniza

$$\text{contenido de ceniza}(\%) = 100(A - B)/C \quad (3)$$



Donde:

A=Peso del crisol con muestra (g)

B=Peso del crisol con ceniza(g)

C=Peso de la muestra(g)

**g. Determinación de grasa.**

El porcentaje de contenido de grasa se determinó por el método de soxhlet AOAC, (1984), con el siguiente procedimiento:

- Se tomó 2g de muestra seca y molida aproximadamente de cada uno de los tratamientos y en un papel filtro se llevó a la cámara de extracción a una temperatura de 150°C empleando como solvente éter de petróleo puro volátil.
- El disolvente se colocó en un matraz, se ajusta a la cámara de extracción y sobre esta un condensador, seguidamente el disolvente se evapora y condensa sobre la cámara de extracción.
- Cuando el disolvente en este caso el petróleo puro volátil realiza la extracción mediante contacto con las muestras este llega al nivel de los vasos comunicantes, se descarga.
- El disolvente se evapora y condensa y lo que queda en el matraz son las grasas extraídas y estas se pesaron

Para la determinación del porcentaje de grasa contenida en los tratamientos con adición parcial de suero de leche dulce aplicamos el siguiente cálculo matemático:

Fórmula para determinación de porcentaje de grasa.

$$\% \text{ de grasa} = \frac{((A-(B-C))*100)}{A} \quad (4)$$



Donde:

A = Peso de la muestra seca.

B = Peso Perdido más desgaste.

C =Peso perdido.

#### **h. Determinación de proteínas**

Para la determinación del porcentaje de proteína se realizó por el método de Microkjeldal (Ver Anexo 4) utilizando como factor de conversión 6,25 (A.O.A.C., 1984) con el siguiente procedimiento:

- Primero se pulverizo la muestra seca y se procedió a pesar 0,1g sobre papel filtro, luego se situó la muestra en el balón de digestión kleldahl, siempre evitando que quede residuos de la muestra en el cuello del balón.
- Luego se agregó 15g de sulfato de potasio ( $K_2SO_4$ ) también se agregó 5g de sulfato de cobre ( $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ ) y 25mL de ácido sulfúrico concentrado ( $H_2SO_4$ ).
- Se colocó el balón en el aparato de digestión y se procedió a calentar la mezcla de digestión a temperatura baja hasta que desaparezca la espuma generada por las mezclas, incrementamos la temperatura.
- El proceso de digestión concluyo cuando el color de la mezcla se haya tornado a un color verde-turquesa, la digestión demora aproximadamente 120 min.
- Seguidamente se procedió con la destilación, se preparó un matríz de 500mL donde contendrá 50mL de ácido bórico al 4% y entre 3 a 4 gotas de indicador.



- Finalmente se procedió a la titulación del ácido bórico con solución de HCl 0,1N valorar hasta que cambie de color, el color violeta indica el final de la titulación

Para la determinación del contenido de porcentaje de proteína aplicamos el siguiente calculo:

Fórmula para determinación de porcentaje de proteína.

$$\% \text{ de proteína} = \frac{((A*Nac)*meq N*FP)*100}{PM} \quad (5)$$

Donde:

A = valor gastado

Nac = Normalidad del ácido sulfúrico (0,1109)

meqN = Mili equivalente de nitrógeno (0,014)

FP = Factor Proximal (6,25)

PM = peso de la muestra.

#### **i. Determinación de carbohidratos.**

Para el cálculo del porcentaje de carbohidrato por diferencia de 100 menos la proteína, ceniza, grasa y humedad. (A.O.A.C., 1984).

### **3.4.2. Método de análisis de propiedades microbiológicas y características sensoriales**

#### **a. Determinación de mohos**

Para la determinación de mohos se siguió el siguiente método propuesto por DIGESA (2001), se diluye una solución fisiológica líquida (SSP, solución Ringer con agua destilada) para continuar con el homogenizado se procede a



tomar 10g de muestra sólida que se extrajo de diferentes partes del pan de trigo con suero de leche dulce en sus diferentes tratamientos, el homogenizado se realiza mezclando la muestra pesada con una solución fisiológica SSP en volumen para que en este caso sumado al peso de la muestra resulte 100mL, con un simple proceso matemático completamos con 90mL de SSP y 10gramos de muestra, el homogenizado uniforme se logra correctamente con una licuadora por un tiempo no mayor a 3min. El resultado obtenido de la homogenización se denomina solución madre (ver anexo 5).

Luego esta homogenización se procedió a incubar las placas sembradas en posición invertida por un periodo de 5 días con una temperatura de 24°C, la primera examinación se realizará a los 2 días después de incubar las muestras esto con el fin de verificar si se ha formado el micelio aéreo, luego de los 5 días de incubación y haber comprobado la formación de micelio se procede al conteo de colonias de mohos (DIGESA, 2021).

El número de unidades formadoras de colonias de mohos y levaduras por milímetro se obtiene con la siguiente fórmula matemática, multiplicando el número de colonias por 10 veces el factor de dilución.

## **b. Método de análisis de características sensoriales**

En la evaluación sensorial se trabajó con 26 jueces semientrenados todos jóvenes adultos entre 20 a 40 años de edad, los jueces procederán a degustar cada una de las muestras de panes elaborados con diferentes niveles de adición de suero de leche dulce para esta evaluación se empleó la una escala hedónica de 5 puntos de intervalo numérico, donde las categorías serán definidas por números de la siguiente manera (Ver anexo 6).



5. Me gusta extremadamente.
4. Me gusta mucho.
3. No me gusta ni me disgusta.
2. Me disgusta mucho
1. Me disgusta extremadamente.

Para este análisis el juez sensorial se direcciona en evaluar y dar los puntajes apropiados a cada uno de los tratamientos calificando características de color, olor, textura y sabor para realizar enlaces con otros lotes de realizar un resumen de aceptabilidad.

### 3.4.3. Método de análisis estadístico

#### a. Para el primer objetivo

Los resultados de análisis fisicoquímico y nutricionales se analizarán aplicando un procedimiento de comparación para determinar cuáles medidas son significativamente diferentes de otras. En el trabajo de investigación se utilizará el DCA (Ibañez, 2009).

Formula: de Diseño completo al azar (DCA)

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \epsilon_{ij} \quad (6)$$

Donde:

- $Y_{ij}$ : Es una observación en la  $j$ -ésimo experimental, sujeto al  $i$ -ésimo tratamiento.
- $\mu$ : Es el efecto de la media general o constante común.
- $\tau_i$ : Es el efecto del  $i$ -ésimo tratamientos.
- $\epsilon_{ij}$ : Efecto del error experimental.



## b. Para el segundo Objetivo

Se utilizó un diseño experimental (DBCA) propuesto por Ibañez (2009), donde se hizo comparaciones sensoriales donde los jueces degustaron y calificaron cada una de las muestras de pan de trigo con adición parcial de suero de leche dulce.

Formula: Diseño de Bloques Completo al Azar (DBCA)

$$Y_{ij} = \mu + \beta + \tau_i + \epsilon_{ij} \quad (7)$$

Donde:

- $Y_{ij}$ : Es una observación en la j-ésimo experimental, sujeto al i-ésimo tratamiento.
- $\mu$ : Es el efecto de la media general o constante común.
- $\beta$ : Es el efecto de los Jueces.
- $\tau_i$ : Es el efecto del i-ésimo tratamientos.
- $\epsilon_{ij}$ : Efecto del error experimental.



## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1. INTERPRETACIÓN Y DISCUSIÓN DE ANÁLISIS DE PROPIEDADES FÍSICOQUÍMICOS Y NUTRICIONALES

El resumen de los resultados fisicoquímicos y nutricionales a los tres tratamientos de la elaboración de pan de trigo con sustitución parcial de suero de leche dulce por agua T1 (SLD 0% /100% AGUA), T2 (SLD 30% / 70% AGUA) y T3 (SLD 50% /50% AGUA), las cifras halladas son expresadas en g/100 (Ver anexo 5).

La interpretación y discusión del análisis fisicoquímico a desarrollar son: color de corteza, textura, humedad, ceniza, actividad de agua  $A_w$  y acidez.

##### 4.1.1. Interpretación y discusión de resultados de color de miga

- **Luminosidad**

En la Tabla 6, el ANVA que se realizó para conocer el efecto de la adición parcial de suero de leche dulce en la lectura de luminosidad ( $L^*$ ) en el color de miga en pan de trigo, indica que no existe una variación significativa ( $\text{sig} \leq 0,05$ ) con un R cuadrado = 0,923 lo cual indica que la sustitución parcial de suero de leche dulce por agua en el pan de trigo tiene efecto significativo.

**Tabla 6***ANVA para interpretación de color de miga luminosidad (L\*)*

<b>Origen</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>MC</b>	<b>F</b>	<b>Sig.</b>
Tratamiento	2	64,527	32,263	35,760	0,000
Error	6	5,413	0,902		
Total	8	59,940			

R cuadrado = 0,923 (R al cuadrado ajustada = 0,897)

El promedio de Tukey ( $\alpha \leq 0,05$ ) en la Tabla 7, para el tratamiento testigo T1 (SLD 0% /100% AGUA) la media de luminosidad es de 67,27 y este es el valor más alto en relación a los tratamientos T2 y T3, el tratamiento T2 (SLD 30% / 70% AGUA) que tiene una media de 63,50 luminosidad y el T3 (SLD 50% /50% AGUA) presenta una media de 60,73 de luminosidad, por ende, se afirma que hay influencia decreciente de suero de leche dulce en el color L\* de la miga del pan de trigo.

**Tabla 7***Resultado de prueba Tukey para color de miga luminosidad (L\*)*

<b>Tratamientos</b>	<b>Media</b>	<b>Nº de observaciones</b>	<b>Tukey</b>
T1	67,27	3	a
T2	63,50	3	b
T3	60,73	3	c

En los resultados hallados por Solís (2013), donde realiza la investigación de color de miga en el pan blanco con concentrado de suero, Solís (3012), trabajó con tratamientos de 0, 10, 20 y 30% y en sus resultados refleja que la adición de

concentrado de suero con menos porcentaje 10% presento un L\* en el color de la miga de 68,8600 esta cifra fue disminuyendo en función al incremento de concentrado de suero de 20 y 30%, por otro lado; Tejero (2003), Indica que la luminosidad alta en pan sin concentrado de suero de leche se debe probablemente a las propiedades inherentes de la harina, esta pierde color por oxidación de los carotenos, estos resultados se asemejan a los resultados hallados en esta investigación ya que hay influencia significativa inversa en L\* en los tratamientos en investigación.

- **Enrojecimiento**

En la Tabla 8, el ANVA que se realizó para conocer el efecto de la adición parcial de suero de leche dulce en la lectura de enrojecimiento (a\*) en el color de la miga del pan de trigo indica que existe una variación significativa ( $\text{sig} \leq 0,05$ ) con un R cuadrado = 0,980 lo cual indica que la sustitución parcial de suero de leche dulce por agua en el pan de trigo tiene efecto, es decir existe una variación en la lectura de enrojecimiento (a\*) en el pan de trigo.

**Tabla 8**

*ANVA para interpretación de color de miga enrojecimiento (a\*)*

<b>Origen</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>MC</b>	<b>F</b>	<b>Sig.</b>
Tratamiento	2	0,029	0,015	147,000	0,000
Error	6	0,001	0,000		
Total	8	0,030			

R cuadrado = 0,980 (R al cuadrado ajustada = 0,973)

El promedio de Tukey ( $\alpha \leq 0,05$ ) en la Tabla 9, para el tratamiento testigo T1 (SLD 0% /100% AGUA) la media de enrojecimiento es de 1,1600 y este es el

valor más bajo en relación a los tratamientos T2 y T3, el tratamiento T2 (SLD 30% / 70% AGUA) que tiene una media de 1,2300 de enrojecimiento y el T3 (SLD 50% /50% AGUA) presenta una media de 1,3000 de enrojecimiento, por ende, se afirma que hay influencia en la lectura de enrojecimiento ( $a^*$ ) en el color de la miga del pan de trigo.

**Tabla 9**

*Resultado de prueba Tukey para color de miga enrojecimiento ( $a^*$ )*

<b>Tratamientos</b>	<b>Media</b>	<b>Nº de observaciones</b>	<b>Tukey</b>
T1	1,1600	3	a
T2	1,2300	3	b
T3	1,3000	3	c

De acuerdo a los resultados de las medias de Tukey los tratamientos con 30 y 50% de suero de leche dulce muestran una tonalidad de rojo claro, esta tonalidad según Tejero, (2013) se debe a que el pan contiene azúcares, alfa amilasa y lactosa del suero dulce de leche, (Divya et al. 2010) fortalece esta teoría ya que afirma que las proteínas presentes en el suero de leche dulce influyen al tomar esta tonalidad de rojo claro en la miga del pan, por ende, los resultados hallados en esta investigación son confiables.

- **Amarillez**

En la Tabla 10, el ANVA que se realizó para conocer el efecto de la adición parcial de suero de leche dulce en la lectura de amarillez ( $b^*$ ) en el color de la miga del pan de trigo indica que no existe variación significativa ( $\text{sig} \leq 0,05$ ) con un R cuadrado = 0,847 lo cual indica que la sustitución parcial de suero de leche

dulce por agua en el pan de trigo tiene efecto, es decir existe una variación significativa en la lectura de amarillez ( $b^*$ ) en el pan de trigo.

**Tabla 10**

*ANVA para interpretación de color de miga amarillez ( $b^*$ )*

Origen	GL	SC	MC	F	Sig.
Tratamiento	2	2,847	1,423	16,636	0,004
Error	6	0,513	0,86		
Total	8	3,360			

R cuadrado = 0,847 (R al cuadrado ajustada = 0,796)

El promedio de Tukey ( $\alpha \leq 0,05$ ) en la Tabla 11, para el tratamiento testigo T1 (SLD 0% /100% AGUA) la media de amarillez es de 15,4333 y este es el valor más bajo en relación a los tratamientos T2 y T3, el tratamiento T2 (SLD 30% / 70% AGUA) que tiene una media de 16,2667 de amarillez y el T3 (SLD 50% /50% AGUA) presenta una media de 16,8000 de amarillez, por ende, se afirma que hay influencia en la lectura de amarillez ( $b^*$ ) en el color de la miga del pan de trigo.

**Tabla 11**

*Resultado de prueba Tukey para color de miga amarillez ( $b^*$ )*

Tratamientos	Media	Nº de observaciones	Tukey
T1	15,4333	3	a
T2	16,2667	3	b
T3	16,8000	3	b

De acuerdo a los resultados de las medias de Tukey los tratamientos con 30 y 50% muestran en el valor (b\*) una tonalidad de amarillo claro, esta tonalidad según Tejero, (2013) se debe a la reacción de Maillard, (Güemes et al. 2009) en la investigación que realizo con suero concentrado en pan blanco encontró que la tonalidad del en el pan era más amarillo, esto según (Güemes et al. 2009) se debe a que el suero que utilizo era más concentrado que el suero utilizado en esta investigación.

#### 4.1.2. Interpretación y discusión de resultados de textura.

En la Tabla 12, el ANVA que se realizó para conocer el efecto de la adición parcial de suero de leche dulce en el pan de trigo, indica que existe una variación significativa ( $\text{sig} \leq 0,05$ ) con un R cuadrado = 0,957 lo cual indica que la sustitución parcial de suero de leche dulce por agua en el pan de trigo tiene efecto, es decir influye en la textura del pan de trigo.

**Tabla 12**

*ANVA para interpretación de porcentaje de textura*

Origen	GL	SC	MC	F	Sig.
Tratamiento	2	626,346	313,173	67,063	0,000
Error	6	28,019	4,670		
Total	8	654,366			

R cuadrado = 0,957 (R al cuadrado ajustada = 0,943)

El promedio de Tukey ( $\alpha \leq 0.05$ ) en la Tabla 13, para el tratamiento T3 (SLD 50% /50% AGUA) la media de la fuerza empleada en  $\mu\text{J}$  es de 36.2167, este

es menor en relación a los tratamientos T1 (SLD 0% / 100% AGUA) el cual fue de 66,65  $\mu$ J y el T2 (SLD 70% /30% AGUA) fue de 46,6133 $\mu$ J de fuerza de compresión, el tratamiento T3 implicó menor fuerza de compresión en comparación con el T2 y T1 que representa al pan común de trigo, por ende, se asume que hay influencia de la adición de suero de leche en la fuerza empleada para la textura.

**Tabla 13**

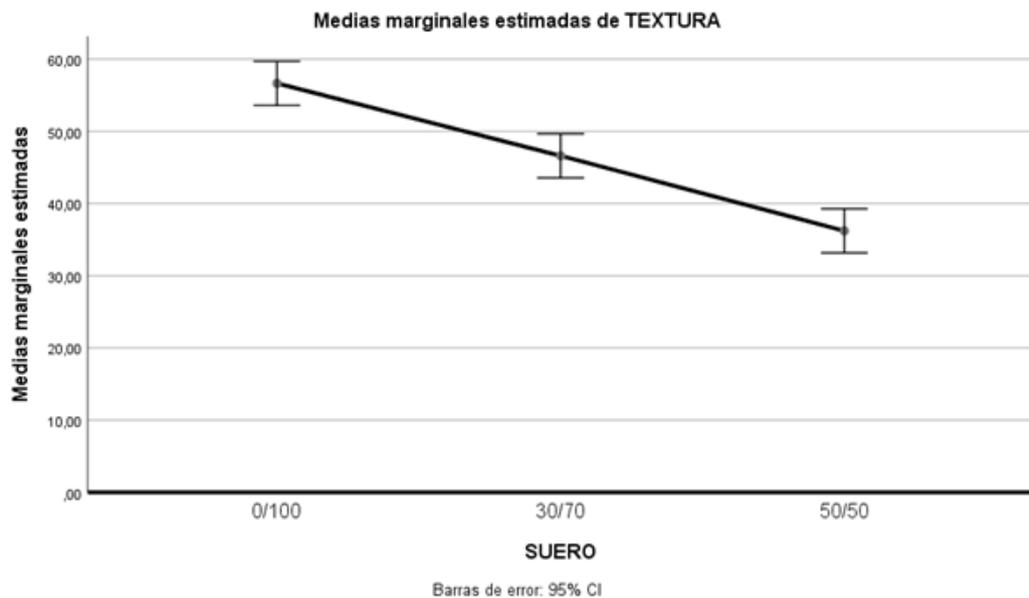
*Resultado de prueba Tukey para textura*

<b>Tratamientos</b>	<b>Media</b>	<b>N° de observaciones</b>	<b>Tukey</b>
T1	56,6500	3	a
T2	46,6133	3	b
T3	36,2167	3	c

En la Figura 6, se observa la representación gráfica de las medias marginales estimadas del análisis de textura de los tratamientos T1 (SLD 0%/ 100% AGUA), T2 (SLD 30% / 70% AGUA) y T3 (SLD 50%/50% AGUA), donde se evidencia que a mayor agregado de suero de leche dulce disminuye la fuerza de compresión.

## Figura 6

### *Medias marginales de textura*



En los resultados hallados por Norma (2016), en donde hace la evaluación de textura en pan molde trabajo con concentrado de suero de leche con tratamientos de 0, 10 y 15% , indica que la incorporación de concentrado del suero leche con menos porcentaje 10% requirió mayor fuerza de trabajo de adhesión en comparación con los tratamientos de suero de leche de 15% ambos tratamientos tienen influencia en relación al tratamiento testigo que requirió mayor fuerza de cohesión, por otro lado Güemes y Peña (2005) nos indican que las proteínas presentes en el suero son las responsables de mantener la textura del alimento, pues consideran que las proteínas provocan aumento de adhesión, estos resultados coinciden con los resultados hallados en la presente investigación donde el tratamiento T1 (SLD 0% / 100% AGUA) representa 56,65 $\mu$ J y el tratamiento T3 (SLD 50% /50% AGUA) 36.2167 $\mu$ J esto nos indica que el

incorporar suero dulce de leche en un 50% mejora la firmeza y adhesión de la masa de pan para así retardar el endurecimiento de pan de trigo común.

#### 4.1.3. Interpretación y discusión de resultado de porcentaje de humedad.

En la Tabla 14, se observa los resultados encontrados, el ANVA que se realizó para conocer el efecto de la adición parcial de suero de leche dulce por agua en el pan de trigo, se puede observar que existe una variación significativa ( $\text{sig} \leq 0,05$ ) con un R cuadrado = 0,909 lo que nos indica que la sustitución parcial de suero dulce de leche por agua en el pan de trigo tiene efecto e influye en el contenido de porcentaje de humedad.

**Tabla 14**

*ANVA para interpretación de humedad*

<b>Origen</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>MC</b>	<b>F</b>	<b>Sig.</b>
Tratamiento	2	146,454	73,227	29,823	0,001
Error	6	14,732	2,455		
Total	8	161,186			

$$R^2 = 0,909 \text{ (R al cuadrado ajustada} = 0,878)$$

El promedio de Tukey ( $\alpha \leq 0,05$ ) en la Tabla 15, para el tratamiento testigo T1 (SLD 0% /100% AGUA) el porcentaje de humedad es de 36.67% y este es el valor más bajo en relación a los tratamientos T2 y T3, el tratamiento T2 (SLD 30% / 70% AGUA) contiene 38.48% de humedad y el T3 (SLD 50% /50% AGUA) presenta un 41.56% de humedad, por ende, se afirma que hay influencia del suero de leche dulce en el pan de trigo.

**Tabla 15**

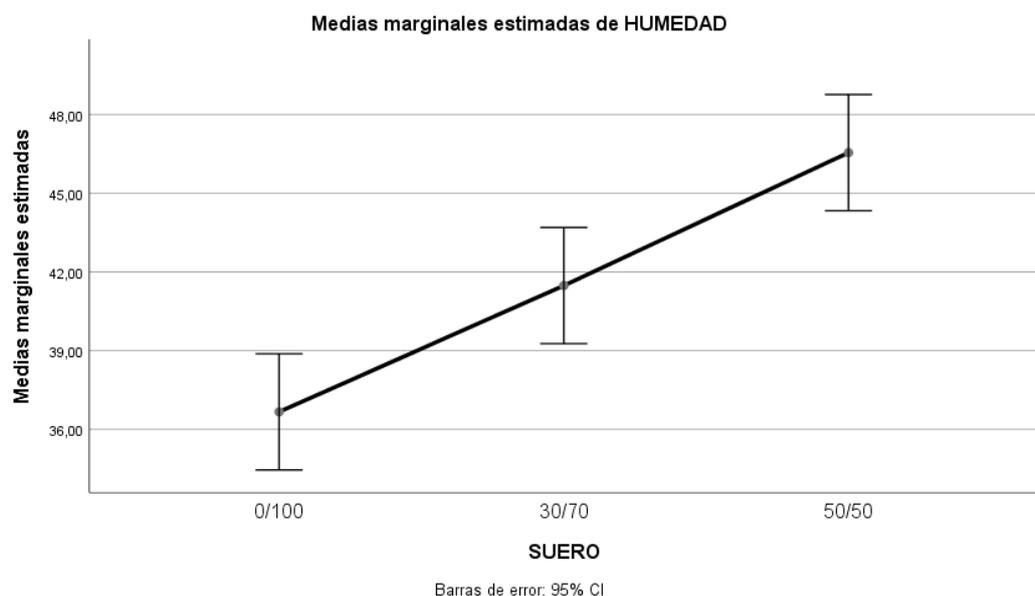
*Resultado de prueba Tukey para interpretación de porcentaje de humedad*

Tratamientos	Media	Nº de observaciones	Tukey
T1	36,6667	3	a
T2	38,4800	3	b
T3	41,5667	3	c

En la Figura 7, se observa la representación gráfica de las medias marginales de los análisis de humedad de los tratamientos T1 (SLD 0%/ 100% AGUA), T2 (SLD 30% / 70% AGUA) y T3 (SLD 50%/50% AGUA) donde se refleja la variación creciente en el contenido de humedad de acuerdo a los tratamientos es decir a mayor adición de suero de leche más contenido de humedad.

**Figura 7**

*Medias marginales estimadas de porcentaje de humedad*





Estos datos concuerdan con MINSA (2010), que indica los límites máximos y mínimos permisible de contenido de humedad en los productos de la industria panadera que es (25% mínimo y 40% máximo) los T1 y T2 se encuentran dentro de este rango, pero el T3 que contiene 41.56% de humedad supera en un 1.5%, para retardar el endurecimiento de pan se espera el máximo contenido de humedad permisible por MINSA (2010), el más próximo es el T2 (SLD 30% / 70% AGUA). A juicio de Guemes y Peña (2005), el contenido de humedad presente en un alimento de panificación influye en su endurecimiento o ablandamiento, es decir que si hay mayor contenido de humedad más tardará el alimento en endurecer.

#### 4.1.4. Interpretación y discusión de resultados de actividad de agua.

En la Tabla 16, se observa los resultados de la actividad de agua en los tres tratamientos.

**Tabla 16**

*Control de actividad de agua en pan de trigo con suero de leche dulce*

	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>
$A_w$	0.71	0.70	0.70

De acuerdo a los datos, ninguno de ellos presenta efectos significativos ya que el promedio de actividad de agua en los tratamientos se encuentra entre 0,70 a 0,72 (Ver anexo 8) estas cifras son alentadoras y respaldan los resultados del contenido microbiano ya que están por debajo de lo ideal para la proliferación fúngica (Pitt, 2009),

#### 4.1.5. Interpretación y discusión de resultados de acidez titulable

En la Tabla 17, se muestra los resultados hallados de la acidez titulable realizados a los tres tratamientos T1 (SLD 0%/ 100% AGUA), T2 (SLD 30% / 70% AGUA) y T3 (SLD 50%/50% AGUA)

**Tabla 17**

*Resultados de acidez titulable*

	T1	T2	T3
Acidez titulable (% de ácido láctico)	0.41	0.43	0.45

Se evidencia influencia significativa de la adición de suero de leche dulce en el pan de trigo, según la RM N° 1020-2010/MINSA. Norma Sanitaria para la fabricación, elaboración y expendio de productos de panificación, galletería y pastelería, el límite máximo permisible de acidez presente en el pan es de 0,5%, los resultados obtenidos en esta investigación no superan esos límites es decir se encuentran dentro del rango permisible.

#### 4.1.6. Interpretación y discusión de resultado de ceniza

En la Tabla 18, se observa los resultados del ANVA que se realizó para conocer el efecto de la adición parcial de suero de leche dulce por agua en el pan de trigo, donde se puede observar que existe una variación significativa ( $\text{sig} \leq 0,05$ ) con un R cuadrado de 0,926 lo que nos indica que la sustitución parcial de suero de leche dulce con agua en el pan de trigo tiene efecto en el porcentaje de contenido de ceniza.



**Tabla 18**

*ANVA para el porcentaje de ceniza*

<b>Origen</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>MC</b>	<b>F</b>	<b>Sig.</b>
Tratamiento	2	0,065	0,032	37,500	0,000
Error	6	0,005	0,001		
Total	8	0,70			

R al cuadrado = 0,926 (R al cuadrado ajustada = 0,901)

El promedio de Tukey ( $\alpha \leq 0,05$ ) en la Tabla 19, para el tratamiento T3 (SLD 50% /50% AGUA) el porcentaje de ceniza fue 2,77% este es alto en relación a los tratamientos T1 (SLD 0% / 100% AGUA) que contiene 2,57% de ceniza y el T2 (SLD 30% /70% AGUA) que obtuvo un 2.62% de ceniza, por ende, se asume que hay influencia de la adición de suero de leche dulce en el porcentaje de ceniza, es decir a mayor concentración de suero de leche dulce, el contenido de porcentaje de ceniza incrementará.

**Tabla 19**

*Prueba Tukey para ceniza*

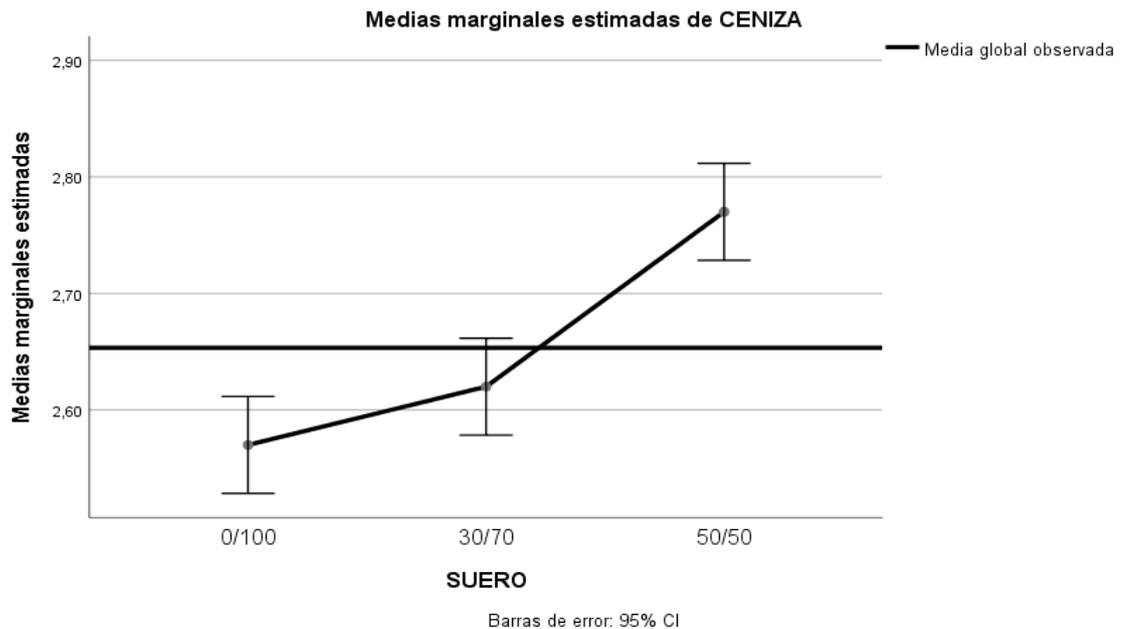
<b>Tratamiento</b>	<b>Media</b>	<b>Nº de observación</b>	<b>Tukey</b>
T1	2,57	3	a
T2	2,62	3	a
T3	2,77	3	b

En la Figura 8, se observa la representación gráfica de las medias marginales del análisis del contenido de contenido de ceniza en los tratamientos

T1 (SLD 0%/ 100% AGUA), T2 (SLD 30% / 70% AGUA) y T3 (SLD 50%/50% AGUA) donde hay una evidente variación creciente entre el tratamiento T1 Y T3.

### Figura 8

*Medias marginales estimadas de ceniza*



La Norma Técnica Peruana 206.001, establece el límite máximo del contenido de porcentaje de ceniza que no debe superar el 3% en la industria de panificación, los valores hallados en los panes elaborados con adición parcial de suero de leche dulce se encuentran dentro de estos límites, es decir, no superan el 3% pero si existe una variación en función al incremento de suero dulce de leche, de acuerdo con Norma (2016), la variación de porcentaje de ceniza se debe a la presencia de minerales en el suero de leche dulce.

#### 4.1.7. Interpretación y discusión del contenido de grasa.

En la Tabla 20, se observa los resultados encontrados en el ANVA que se realizó para conocer el efecto de la sustitución parcial de suero de leche dulce por

agua en el pan de trigo, donde se puede observar que si existe una variación significativa ( $\text{sig} \leq 0,05$ ) con un R cuadrado de 0,971 lo que nos indicó que el suero de leche dulce leche tiene efecto en contenido de porcentaje de grasa en el pan de trigo.

**Tabla 20**

*ANVA para el porcentaje de grasa*

<b>Origen</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>MC</b>	<b>F</b>	<b>Sig.</b>
Tratamiento	2	3,430	1,715	99,915	0,000
Error	6	0,103	0,017		
Total	8	3,533			

R al cuadrado = 0,971 (R al cuadrado ajustada = 0,961)

El promedio de Tukey ( $\alpha \leq 0,05$ ) en la Tabla 21, para el tratamiento T3 (SLD 50% /50% AGUA) el porcentaje de grasa 3,6067% este valor es el más alto en relación a los tratamientos T1 (SLD 0% / 100% AGUA) contiene 2,1667% de grasa y el T2 (SLD 30% /70% AGUA) presentó un 2.4867% de grasa, por ende, se resume que hay influencia de la adición de suero de leche dulce en el porcentaje de grasa a mayor concentración de suero de leche dulce, el contenido de porcentaje de grasa incrementa.

**Tabla 21**

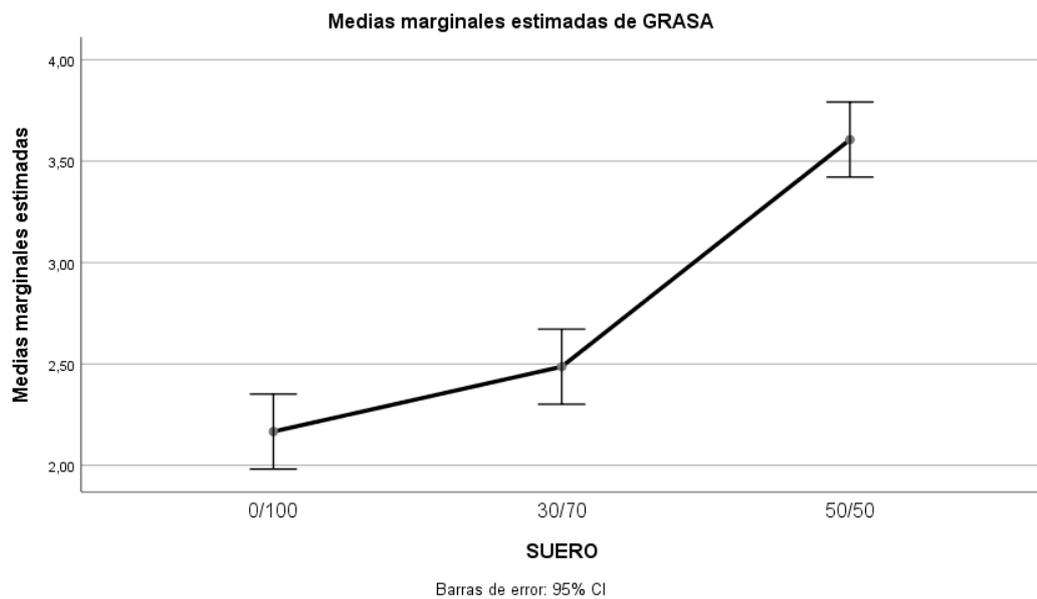
*Prueba Tukey para grasa*

Tratamiento	Media	Nº de observación	Tukey
T1	2,1667	3	a
T2	2,4867	3	b
T3	3,6067	3	c

En la Figura 9, se observa la representación gráfica de las medias marginales del análisis de contenido de grasa en los tratamientos T1 (SLD 0%/100% AGUA), T2 (SLD 30% / 70% AGUA) y T3 (SLD 50%/50% AGUA), existe una variación creciente entre cada uno de los tratamientos T1, T2 y T3.

**Figura 9**

*Medias marginales estimadas de grasa*



Como sostiene Norma (2016), el contenido de porcentaje de grasa depende de la materia prima en este caso la leche, no paso por un proceso de descremado

antes de ser precipitado, es por ello el contenido de porcentaje de grasa es directamente proporcional ya que a mayor contenido de suero de leche dulce mayor contenido de grasa y es por eso que el T3 (SLD 50% / 50% DE AGUA) obtuvo el valor más alto en porcentaje de grasa.

#### 4.1.8. Interpretación y discusión del contenido de proteína

En la Tabla 22, se observa los resultados encontrados en el ANVA que se realizó para conocer el efecto de la adición parcial de suero de leche dulce en el pan de trigo donde se puede observar que si existe una variación significativa ( $\text{sig} \leq 0.05$ ) con un R cuadrado de 0,999 lo que nos indica que la sustitución parcial de suero de leche dulce por agua en la elaboración de pan de trigo tiene efecto en el porcentaje de contenido de proteína.

**Tabla 22**

*ANVA para el porcentaje de proteína*

Origen	GL	SC	MC	F	Sig.
Suero	2	18,975	9,488	2855,823	0,000
Error	6	0,020	0,003		
Total	8	18,995			

R al cuadrado = 0,999 (R al cuadrado ajustada = 0,999)

El promedio de Tukey ( $\alpha \leq 0.05$ ) en la Tabla 23, como se esperaba el contenido de proteína incremento en los tratamientos con suero de leche dulce, el T3 (SLD 50% /50% AGUA) tiene 5,65% de proteína, el tratamiento T2 (SLD 30% /70% AGUA) presenta un 3,3376% de proteína y el tratamiento testigo T1 (SLD 0% / 100% AGUA) contiene 2,1467% de proteína que representa al pan común de trigo.

**Tabla 23**

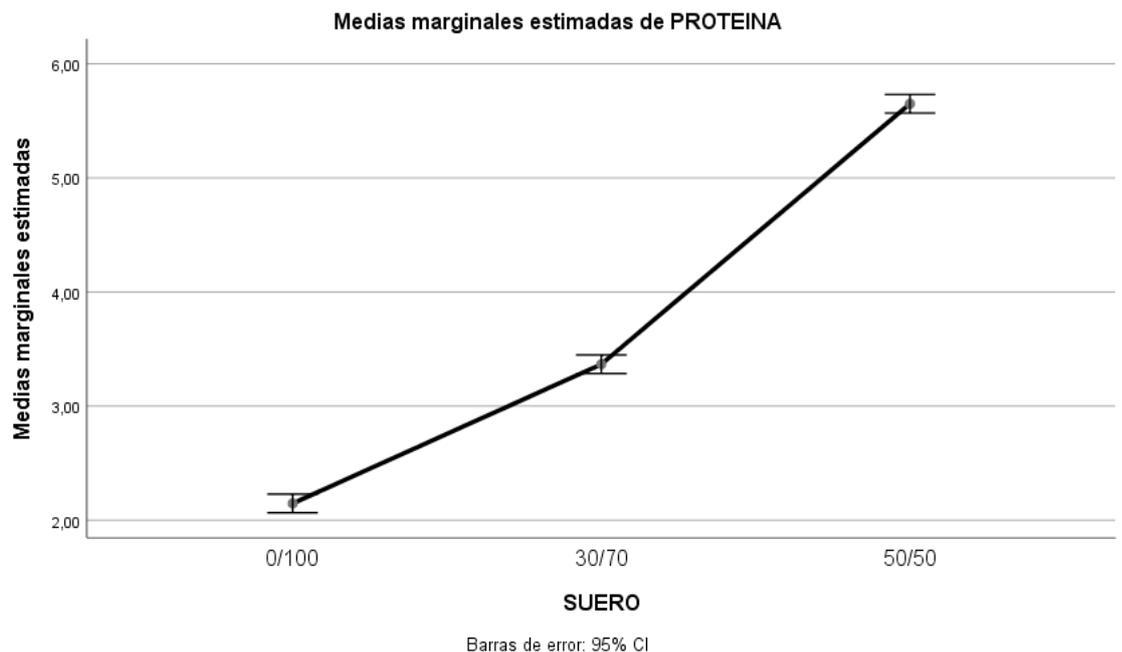
*Prueba Tukey para proteína*

Tratamiento	Media	Nº de observación	Tukey
T1	2,1467	3	a
T2	3,3667	3	b
T3	5,6500	3	c

En la Figura 10, se observa la representación gráfica de las medias marginales estimadas del análisis de contenido de proteína en los tratamientos T1 (SLD 0%/ 100% AGUA), T2 (SLD 30% / 70% AGUA) y T3 (SLD 50%/50% AGUA), se puede observar que a mayor contenido de suero incrementa en contenido de grasa en la elaboración de pan de trigo con sustitución parcial de suero de leche dulce por agua.

**Figura 10**

*Medias marginales estimadas de proteína*





Como afirma Olguin (2014), en su investigación donde trabajo con suero de leche dulce concentrado en la elaboración de pan molde indica que el tratamiento térmico en el procesamiento de pan puede desnaturalizar la proteína, por ende, se resume que hay influencia de la adición de suero de leche dulce en el porcentaje de proteína es decir a mayor concentración de suero de leche dulce el contenido de porcentaje de proteína incrementa.

#### 4.1.9. Interpretación y discusión del contenido de carbohidratos

En la Tabla 24, se observa los resultados encontrados en el ANVA que se realizó para conocer el efecto de la adición parcial de suero de leche dulce en el pan de trigo donde se puede observar que si existe una variación altamente significativa ( $\text{sig} \leq 0.05$ ) con R cuadrado de 0,994 lo que nos indica que la sustitución parcial de suero dulce de leche por agua en el pan de trigo si tiene efecto en el porcentaje de carbohidratos.

**Tabla 24**

*ANVA para el porcentaje de carbohidratos*

Origen	GL	SC	MC	F	Sig.
Suero	2	337,366	168,683	469,854	0,000
Error	6	2,154	0,359		
Total	8	339,520			

R al cuadrado = 0,994 (R al cuadrado ajustada = 0,992)

El promedio de Tukey ( $\alpha \leq 0,05$ ) en la Tabla 25 , T3 (SLD 50% /50% AGUA) contiene 41,5133% de carbohidratos, para el tratamiento T2 (SLD 30%

/70% AGUA) presenta un 50,0500% de carbohidrato y el tratamiento testigo T1 (SLD 0% / 100% AGUA) contiene 56,4600% de carbohidrato que representa al pan común de trigo, por ende se resume que hay influencia de la adición de suero dulce de leche en el porcentaje de carbohidratos a mayor concentración de suero dulce de leche el contenido de porcentaje de carbohidrato disminuye.

**Tabla 25**

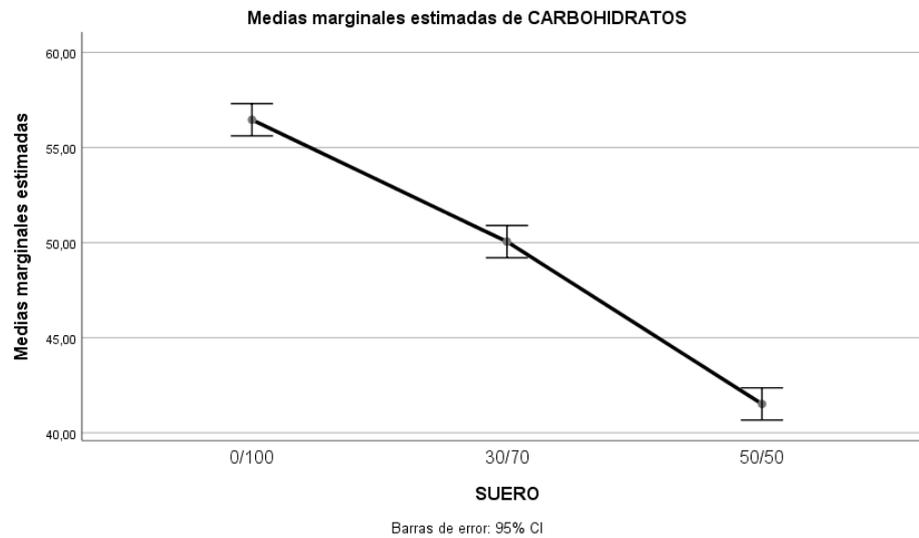
*Prueba Tukey para carbohidratos*

<b>Tratamiento</b>	<b>Media</b>	<b>N° de observación</b>	<b>Tukey</b>
T1	56,4600	3	a
T2	50,0500	3	b
T3	41,5133	3	c

En la Figura 11, se observa la representación gráfica de las medias marginales estimadas de los tratamientos T1 (SLD 0%/ 100% AGUA), T2 (SLD 30% / 70% AGUA) y T3 (SLD 50%/50% AGUA), donde es evidente la influencia de la adición de suero de leche dulce en el pan de trigo ya que se nota la disminución de contenido de carbohidratos en el T3.

**Figura 11**

*Medias marginales estimadas de carbohidratos.*



Como sostiene Alvarado (2015), en su investigación donde trabajo con suero concentrado el tratamiento con mayor porcentaje de suero era el que menos kilocalorías tenía, la proporción inversa de a mayor adición de suero dulce de leche menor contenido de carbohidratos se debe a que el suero dulce de leche trae consigo muchos nutrientes y minerales que lo hacen bajo en kilocalorías.

## **4.2. INTERPRETACIÓN Y DISCUSIÓN DE ANÁLISIS DE PROPIEDADES MICROBIOLÓGICAS Y CARACTERÍSTICAS SENSORIALES**

### **4.2.1. Interpretación y discusión de resultado del contenido de mohos**

En la Tabla 26, observamos que el tratamiento T1 (SLD 0% /100% AGUA) contiene  $2.8 \times 10^3$  ufc/g y los tratamientos T2 (SLD 30% /700% AGUA), T3 (SLD 50% /50% AGUA) contienen  $2.2 \times 10^3$  ufc/g y  $1.6 \times 10^3$  ufc/g respectivamente.

**Tabla 26**

*Resultado de análisis microbiológico de mohos presentes en el pan de trigo con suero de leche dulce*

<b>M.O.</b>	<b>T1 (SLD 0% /100% AGUA)</b>	<b>T2 (SLD 30% /70% AGUA)</b>	<b>T3 (SLD 50% /50% AGUA)</b>
Mohos	2.8x10 <sup>3</sup> ufc/g	2.2x10 <sup>3</sup> ufc/g	1.6x10 <sup>3</sup> ufc/g

La norma RM N°102-2010 que nos brinda el MINSA los tratamientos T1, T2 y T3 no superan las 10<sup>3</sup>ufc/g máximos.

#### **4.2.2. Interpretación y discusión de los resultados de características sensoriales.**

Para el presente trabajo de investigación se evaluó tres tratamientos T1(SLD 0% /100% AGUA), T2 (SLD 30% /70% AGUA) y T3 (SLD 50% / 50% AGUA) con sustitución parcial de suero dulce de leche por agua, se siguió la metodología utilizada por Anzaldúa (2024), se realizó mediante una encuesta de escala hedónica, participaron 26 jueces seminternados, estos jueces evaluaron características sensoriales de color, olor, sabor y textura, las evaluaciones de los jueces fueron procesados mediante el diseño estadístico DBCA con el fin de conocer el tratamiento con mayor aceptabilidad.

#### **4.2.3. Interpretación y discusión de los resultados de aceptabilidad de color.**

En la Tabla 27, se observa los resultados encontrados en el ANVA que se realizó para conocer el impacto de aceptabilidad en cuanto al color del pan de trigo con adición parcial de leche dulce en donde

**Tabla 27***ANVA para aceptabilidad de color*

<b>F de v</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>Sig</b>	<b>N.S.</b>
Tratamiento	2	10,231	5,115	12,516	0,000	**
Bloque	25	9,449	0,378	0,925		
Error	50	20,436	0,409			
Total	77	40,115				

Se puede observar que existe una variación significativa ( $\text{Sig} \leq 0.05$ ) en la aceptabilidad de color del tratamiento T3 (SLD 50% /50% AGUA) con respecto al tratamiento T1 (SLD 0% /100% AGUA) lo que nos indica que la sustitución parcial de suero de leche dulce por agua en el pan de trigo influye en la preferencia de aceptabilidad.

En la Tabla 28, se presenta los resultados del promedio Tukey para aceptabilidad de color en los tres tratamientos T1(SLD 0% / 100% AGUA), T2 (SLD 30% / 70% AGUA) y T3 (SLD 50% / 50% AGUA).

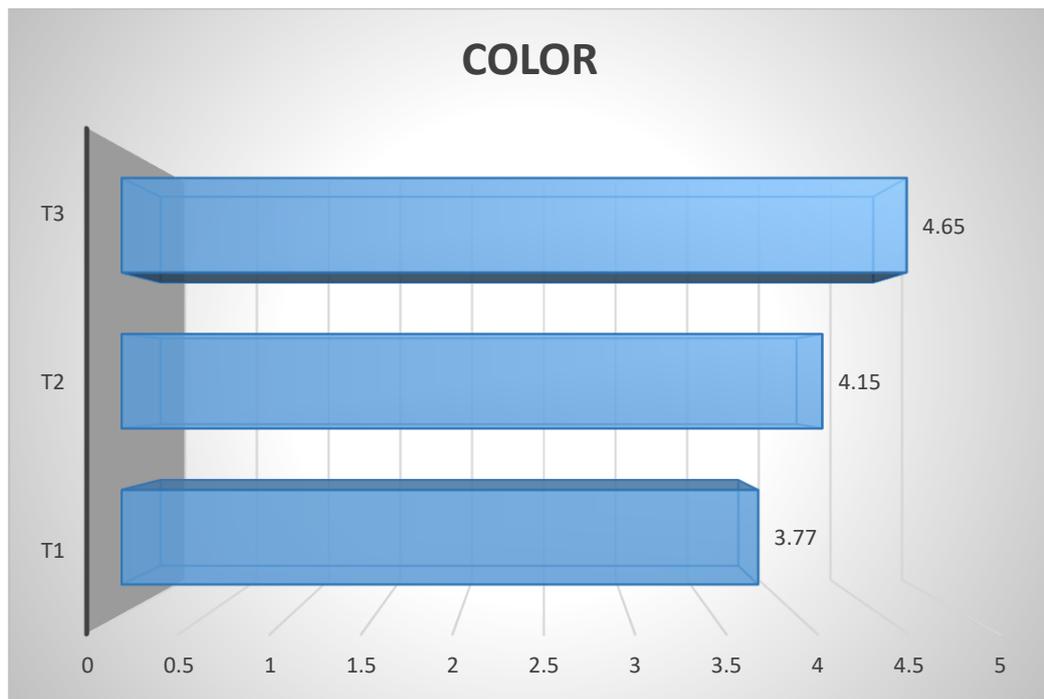
**Tabla 28***Prueba Tukey para la aceptabilidad de color*

<b>Tratamiento</b>	<b>N observación</b>	<b>media</b>	<b>Tukey <math>\leq 0,05</math></b>
1	26	3,7692	a
2	26	4,1538	b
3	26	4,6538	c

En la Figura 12, se observa la representación gráfica de las medias de aceptabilidad de color realizado a los tratamientos T1 (SLD 0%/ 100% AGUA), T2 (SLD 30% / 70% AGUA) y T3 (SLD 50%/50% AGUA), donde existe una evidente preferencia por el T3.

**Figura 12**

*Medias de aceptabilidad de color*



Para el T3 (SLD 50% /50% AGUA), obtuvo un promedio de aceptabilidad de color de 4,6538 este tratamiento obtuvo el promedio más alto en función a los tratamientos T2 (SLD 30% /70% AGUA) que obtuvo un promedio de 4,1538 y el tratamiento testigo T1 (SLD 0% / 100% AGUA) que obtuvo un promedio de 3,7692, se puede notar que existe una aceptabilidad de color creciente de acuerdo al porcentaje de sustitución.



#### 4.3.4. Interpretación y discusión de los resultados de aceptabilidad de olor.

En la Tabla 29, se observa los resultados encontrados en el ANVA que se realizó para conocer el impacto de aceptabilidad en cuanto al olor del pan de trigo con adición parcial de suero de leche dulce, en donde se puede observar existe una variación altamente significativa ( $\text{Sig} \leq 0,05$ ) en la aceptabilidad de olor del tratamiento T3 (SLD 50% /50% AGUA) con respecto al tratamiento T1 (SLD 0% /100% AGUA) lo que nos indica que la sustitución parcial de suero de leche dulce con agua en el pan de trigo influye en la preferencia de aceptabilidad de olor.

**Tabla 29**

*ANVA para aceptabilidad de olor*

<b>F de v</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>MC</b>	<b>F</b>	<b>Sig</b>	<b>N.S.</b>
Tratamiento	2	14,538	7,269	14,659	0,000	**
Bloque	25	6,782	0,271	0,547		
Error	50	24,795	0,496			
Total	77	46,115				

El promedio de Tukey ( $P \leq 0,05$ ) en la Tabla 30, se presenta los resultados del promedio Tukey para aceptabilidad de olor en los tres tratamientos T1(SLD 0% / 100% AGUA), T2 (SLD 30% / 70% AGUA) y T3 (SLD 50% / 50% AGUA).

**Tabla 30**

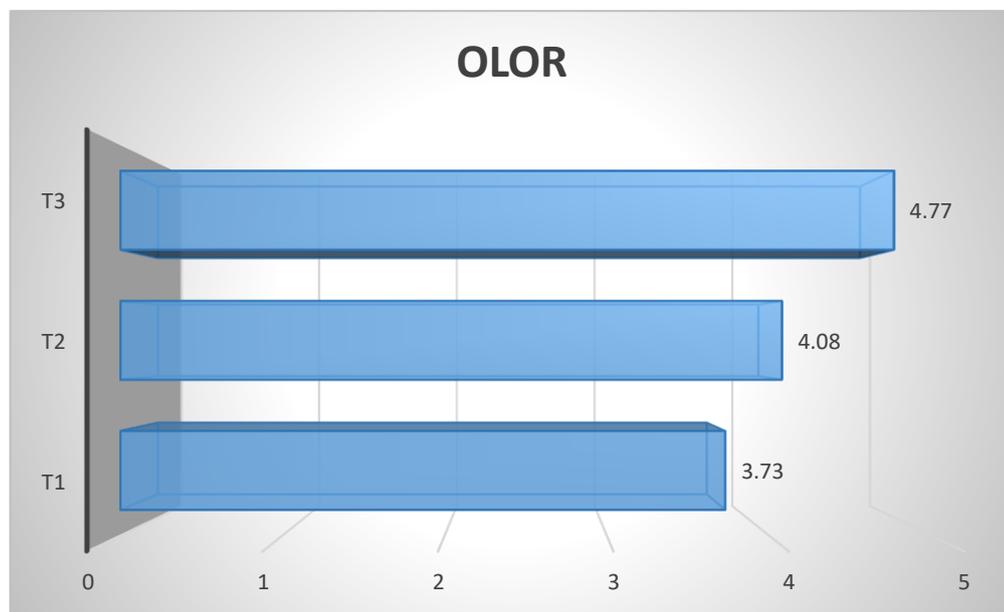
*Prueba Tukey para la aceptabilidad de olor*

Tratamiento	N observación	Media	Tukey $\leq 0.05$
1	26	3,7308	a
2	26	4,0769	b
3	26	4,7692	c

En la Figura 13, se observa la representación gráfica de las medias de aceptabilidad de color realizado a los tratamientos T1 (SLD 0%/ 100% AGUA), T2 (SLD 30% / 70% AGUA) y T3 (SLD 50%/50% AGUA) donde claramente existe una preferencia por el tratamiento T3.

**Figura 13**

*Medias de aceptabilidad de olor.*



Para los tratamientos T3 (SLD 50% /50% AGUA) obtuvo un promedio de aceptabilidad de olor de 4.7692 el T2 (SLD 30% /70% AGUA) con una media de 4,0769 y el tratamiento testigo T1 (SLD 0% / 100% AGUA) con una media de

3,7308 donde se evidencia el promedio de sustitución de mayor aceptabilidad al tratamiento T3 con calificación de “me gusta extremadamente” de escala hedónica 5 y el segundo con aceptabilidad significativa es el T2 con calificación de “me gusta” de escalada hedónica 4.

#### 4.2.5. Interpretación y discusión de los resultados de aceptabilidad de textura.

En la Tabla 31, se observa los resultados encontrados de la evaluación ANVA que se realizó para conocer el impacto de aceptabilidad en cuanto a la textura del pan de trigo con adición parcial de suero de leche dulce en donde se puede observar que existe una variación altamente significativa ( $\text{Sig} \leq 0,05$ ) en la aceptabilidad de textura del tratamiento T3 (SLD 50% /50% AGUA) con respecto al tratamiento T1 (SLD 0% /100% AGUA) lo que nos indica que la sustitución parcial de suero dulce de leche con agua en el pan de trigo influye en la preferencia de aceptabilidad de textura.

**Tabla 31**

*ANVA para aceptabilidad de textura*

<b>F de v</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>Sig</b>	<b>N.S.</b>
Tratamiento	2	26,333	13,167	35,909	0,000	**
Bloque	25	15,128	0,605	1,650		
Error	50	18,333	0,367			
Total	77	59,795				

en la Tabla 32, se presenta los resultados del promedio Tukey ( $P \leq 0,05$ ) para aceptabilidad de textura en los tres tratamientos T1(SLD 0% / 100% AGUA), T2 (SLD 30% / 70% AGUA) y T3 (SLD 50% / 50% AGUA).

**Tabla 32**

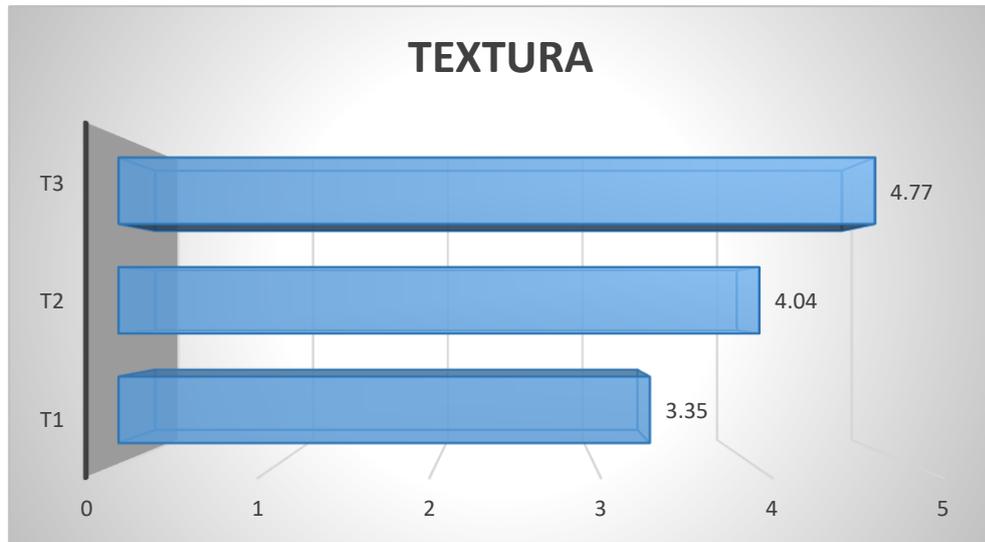
*Prueba Tukey para la aceptabilidad de textura*

Tratamiento	N observación	Media	Tukey $\leq 0,05$
1	26	3,3462	a
2	26	4,0385	b
3	26	4,7692	c

En la Figura 14, se observa la representación gráfica de las medias de aceptabilidad de textura realizados a los panes de trigo con los siguientes tratamientos T1 (SLD 0%/ 100% AGUA), T2 (SLD 30% / 70% AGUA) y T3 (SLD 50%/50% AGUA), donde claramente existe una inclinación preferente por el T3 con 50% de adición de suero de leche dulce.

**Figura 14**

*Medias de aceptabilidad de textura.*



Para los tratamientos T3 (SLD 50% /50% AGUA), presento una media de aceptabilidad de textura de 4,7693 para el tratamiento T2 (SLD 30% /70% AGUA) con una media de 4,0385 y el tratamiento testigo T1 (SLD 0% / 100% AGUA) con 3,3462 donde se evidencia el promedio de sustitución de mayor aceptabilidad al tratamiento T3 con calificación de “me gusta extremadamente” de escala hedónica 5 y el segundo con aceptabilidad significativa es el T2 con calificación de “me gusta” de escalada hedónica 4.

#### **4.2.6. Interpretación y discusión de los resultados de aceptabilidad de sabor.**

En la Tabla 33, se observa los resultados encontrados de la evaluación ANVA que se realizó para conocer el impacto de aceptabilidad en sabor del pan de trigo con adición parcial de suero de leche dulce donde se puede observar existe una variación significativa ( $\text{Sig} \leq 0,01$ ) en la aceptabilidad de sabor del tratamiento T3 (SLD 50% /50% AGUA) con respecto al tratamiento T1 (SLD 0% /100% AGUA) la sustitución parcial de suero de leche dulce por agua en el pan de trigo influye en la preferencia de aceptabilidad de sabor

**Tabla 33***ANVA para aceptabilidad de sabor*

<b>F de v</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>Sig</b>	<b>N.S.</b>
Tratamiento	2	13,026	6,513	19,969	0,000	**
Bloque	25	11,500	0,460	1,410		
Error	50	16,308	0,326			
Total	77	40,833				

En la Tabla 34, se presenta los resultados del promedio Tukey ( $P \leq 0,05$ ) para aceptabilidad de sabor en los tres tratamientos T1(SLD 0% / 100% AGUA), T2 (SLD 30% / 70% AGUA) y T3 (SLD 50% / 50% AGUA).

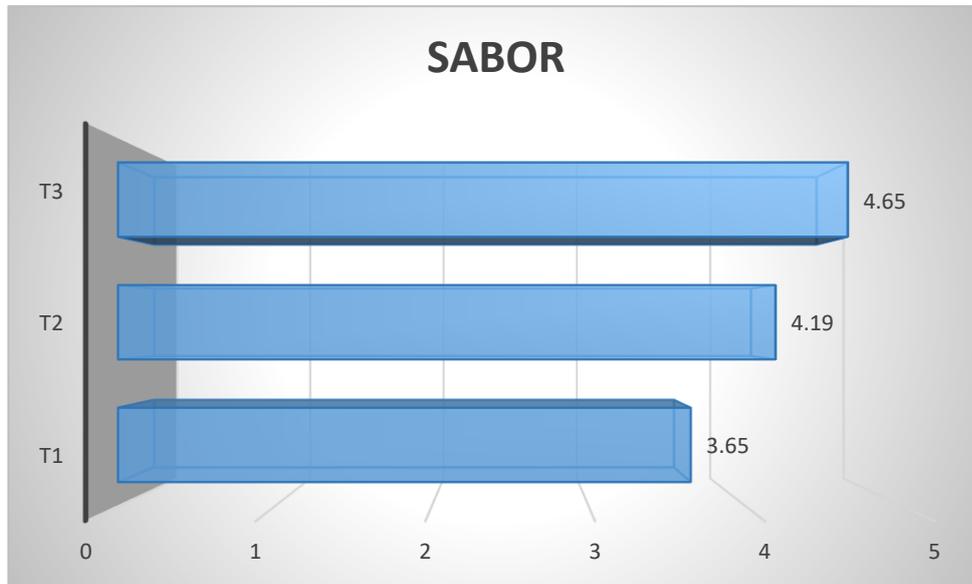
**Tabla 34***Prueba Tukey para la aceptabilidad de sabor*

<b>Tratamiento</b>	<b>N observación</b>	<b>Media</b>	<b>tukey <math>\leq 0.05</math></b>
1	26	3,6538	a
2	26	4,1923	b
3	26	4,6538	c

En la Figura 15, se observa la representación gráfica de las medias de aceptabilidad de sabor realizado a los panes de trigo con los tratamientos T1 (SDL 0%/ 100% AGUA), T2 (SLD 30% / 70% AGUA) y T3 (SLD 50%/50% AGUA), donde existe una evidente preferencia por los tratamientos T2 Y T3.

**Figura 15**

*Medias de aceptabilidad de sabor*



La media de aceptabilidad para el sabor para los tratamientos T3 (SLD 50% /50% AGUA) fue de 4,6538 para el tratamiento T2 (SLD 30% /70% AGUA) fue de 4,1923 y el tratamiento testigo T1 (SLD 0% / 100% AGUA) fue de 3,6538 donde se evidencia la media de sustitución de mayor aceptabilidad fue tratamiento T3 con calificación de “me gusta extremadamente” de escala hedónica 5 y el segundo con aceptabilidad significativa es el T2 con calificación de “me gusta” de escalada hedónica 4.



## V. CONCLUSIONES

- El suero de leche dulce influye en las características fisicoquímicas del pan de trigo especialmente en su textura, retrasando su endurecimiento, no afecta el color de la miga ni en la actividad de agua, asimismo aumenta el contenido de humedad, ceniza y acidez cumpliendo con los estándares sanitarios, el contenido de grasa y proteína se incrementa notablemente mientras que los carbohidratos disminuyen, proponiendo un pan bajo en calorías.
- El suero de leche dulce tiene efecto en las características sensoriales de pan de trigo pues inclino la preferencia de los jueces a los tratamientos T2 que tiene una sustitución parcial de 30% de suero de leche dulce y 70% de agua y el tratamiento T3 que tiene una sustitución parcial de 50% de suero de leche dulce y 50% de agua se refleja el aumento de aceptabilidad de sabor, textura, color y olor en dichos tratamientos.



## VI. RECOMENDACIONES

- Para próximas investigaciones se recomienda realizar una proyección de vida útil de pan o productos de panificación con suero dulce de leche y realizar un control microbiológico por día, para así tener un producto más completo en sus propiedades físicas, químicas y microbiológicas.
- Para una mejor conservación de las características sensoriales se recomienda usar envases o bolsas ecológicas para su almacenado a fin de evitar que el producto se contamine y pueda mantener sus características sensoriales.



## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- A.O.A.C. (1984). *Official Methods of the Asociation for Analytical Chemists*. Washington D.C - USA: E:U:A: 14<sup>a</sup>. Ed.
- Aldughpassi, A. A. (2021). Efecto de la adición de fibra de psyllium en la calidad de pan árabe (Pita) producido en una panadería comercial. *anales de ciencias agrícolas*, 115-120.
- Alvarado, P. Carrasco, C. (2008). *Lactosuero como fuente de peptidos bioactivos*. venezuela: Canales Venezolanos de nutrición.
- Anibal, S. (2017). *Suero de lechería, cadena alimentaria*. Argentina: Dirección Regional de Agroindustria.
- Anzaldúa, A. (2014). *Evaluación Sensorial de los Alimentos en la Teoría y la Práctica*. zaragoza-España: Editorial Acribia.
- Axel, C., Zannini (2017). Deterioro del pan por moho y su bioconservación, una revisión de las estrategias actuales para extender la vida útil del pan. *Ciencia de los alimentos*, 57:3528–3542.
- Bekassy, M., Molnar, E., & Balint, A. (2005). Investigation of ultra-and nanofiltration for utilization of whey. *Journal of Food Engineering.*, 67(3):325-332.
- Burrighton, A. (2000). Productos de Suero en la Panificación. *industria alimentaria*, 19-29.
- Calvel, R. (1980). *La panadería moderna*. España: Editorial Americelce.
- Cauvain, L (2011). *Fabricación de Pan*. Acribia: Zaragoza S.A.



- Charles, M., & Radjai, M. (2017). Xanthan gum from acid whey. In *Extracellular Microbial Polysaccharides* Eds Sandford P.A and Laskin A. Washington D.C. *American Chemical Society*, p., 27-39.
- Conti, J. C. (2012). Perfil proteico y peptídico de una base fluída para bebidas funcionales obtenidas por fermentación de lactosuero. *Información Tecnológica*, 6-10.
- Cruz, L. (2018). *Efecto de la adición de lactosuero en la calidad panificadora y sensorial del pan*. Durango: Facultad de ciencias químicas de la Universidad Juarez del Estado.
- Enzyme, B. (2007). *Ficha de aplicacion, Novamyl para el antiendurecimiento*. Mexico: Editorial EDTA.
- FAO, O.M.S. (2011). *Leche y Productos Lácteos*. Lima: Comision de Codex Alimentarius.
- Gomez, C. (2014). *Pan blanco vs pan integral*. Mexico: Editorial Alhambra.
- Gonzalez, M. (2006). The biotechnological utilization of cheese whey. *Bioresource Technology*, 5-7.
- Guemes, V. (2008). Effective detoxification and decoloration of *Lupinus mutabilis* seed derivatives, and effect of these derivatives on bread quality and acceptance. *Journal of the Science of Food and Agriculture.*, v. 88, n. 3, p. 1135-1143,.
- Guerrero, W., Rodriguez, G. (2010). Caracterizacion fisicoquimica del lactosuero en el valle de Tulancingo. En E. Santos-Lopez, *Ciencia y Tecnologia de Alimentos* (págs. 321-328). Guanajuato, Mexico: El valle.
- Humanes, J, P. (2004). *Pasteleria y Panaderia*. Madrid.: McGraw-HillInteramericana.



- Ibañez, V. (2009). *Análisis y Diseño de Experimentos Ira. Edición. Universidad Nacional del Altiplano Puno. FCA y FIEI. Puno.*
- INDECOPI. (2005). *Pan integral: Pan de molde elaborado con haria integral NTP.* Lima.
- Labuza. M. (2000). *Vida util de los alimentos.* Ancash:  
[http://biblioteca.uns.edu.pe/saladocentes/archivoz/curzoz/aula\\_2\\_iii\\_unidad.pdf](http://biblioteca.uns.edu.pe/saladocentes/archivoz/curzoz/aula_2_iii_unidad.pdf).
- Ledezma, G. y. (2010). Estudio de lactosuero como retardante de de. *Tecnol Aliment*, 54-56.
- Linden, G. (1996). *Bioquimica Agroindustrial: revalorizacion alimentaria de la produccion agricola.* Zaragoza. España: Acribia.
- Luquet, F. (1993). *Leche y Productos Lacteos.* Acribia: Zaragoza.
- Machado, A. (2015). Adicion de quinua y amaranto en panes sin gluten, perfil tempral y analisis instrumental. *Ciencia y Tecnologia de alimentos*, 62(2).
- Madrid, A. (1996). *Curso de Industrial Lacteas.* Madrid: Mundi Prensa.
- Marina, R. (2021). Effect of whey protein and mixed flours on the quality parameters of. *International Journal of Gastronomy and food Science.*
- MINSA. (2010). *Norma Sanitaria para la Fabricacion, Elaboracion y Expendio de Productos de Panificacion, Galletas y Pateleria.* Lima-Peru: RM N° 1020-2010.
- Miranda,. B. (2007). Elaboracion de una bebida fermentada a partir del suero de queso. *Revista Cubana Alimentacion y Nutricion*, 3-8.



- Multon, J. (2010). *Aditivos y auxiliares de fabricacion en las Industrias Agroalimentarias*. Mexico.: Editorial Acribia, S.A.
- Norma, G. A. (2016). Propiedades de textura de masa y oan dulce tipo concha fortificado con proteinas de suero de leche. *Ciencia e Tecnologia de Alimentos*, 3-5.
- Olguin, P. (2014). *Funcionalidad de proteínas de lactosuero precipitadas por calor en un sistema cárnico*. Mexico: Alimentos.
- Oscella., C. (2008). *Estudio del efecto de acciones quimicas y biologicas sobre la masa panaria*. Buenos Aires.: Instituto de Tecnologia de Alimentos.
- Paris., R. (2009). Obtencion de exopolisacaridos de interes industrial a partir del alctosuero y permeatos. *Microbiologia.*, 6.
- Pitt, J. (2009). *Hongos y deterioro de alimentos (3° edicion)*. Salvador: Prazeres.
- Portales. (2020). Calidad Microbiologica del Pan: Bacillus cereus. Trabajo de fin de grado. Universidad de Valladolid. 3-5.
- Portales, S. (2020). *Calidad microbiologica del pan*. Valladolid: Modern food Microbiology.
- Poveda, E. (2013). Suero lacteo, generalidades y potencial uso como fuente de calcio de alta biodisponibilidad. *Revista chilena de nutricion.*, 3-5.
- Salazar, D. (2012). Estudio del efecto de la incorporación de concentrados de proteínas del suero de quesería en la elaboración de pan molde con harina de trigo y quinua, para promover un mayor aprovechamiento del suero generado en las queserías del cantón Pillaro. *Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos, Centro de Estudios de Posgrado Ambato – Ecuador* , 3-12.



- Sanchez, R. (2009). Aprovechamiento del suero lacteo de una emresa del norte anqioqueño mediante microorganismos eficientes. *Produccion*, 5-7.
- Sevilla, A. (2004). Suero de Leche. (*Whey proein*).
- Valencia, E. (2009). La industria de la leche y la contaminación del agua. *Instituto Tecnologico*, 12-13.
- Victor, D. F. (2023). Evaluation of the useful life and technological properties of bread made with whey. *ciencia y tecnologia de los alimentos elsevier*.
- Wayme, G. (2013). *Panaderia y Reposteria*. Mexico D.F.: Limusa S.A.
- Yeisson, C., & welner, M. M. (2015). Aprovechamiento del lactosuero y sus compenentes como materia prima en la industria de alimentos . *Industria de Alimentos*.

## ANEXOS

### Anexo 1. Análisis de Textura con el equipo de lectura directa TEXTURE ANALYZER



### Anexo 2. Análisis de actividad de agua con uso el equipo Aqualab.



### Anexo 3. Análisis de ceniza en la mufla, con uso de crisoles.



### Anexo 4. Análisis de Proteína por el método Microkjeldal





## Anexo 5. Preparación de cultivo para siembra de M.o. de presencia de mohos





Anexo 6. Encuesta de escala hedónica de aceptabilidad sensorial de pan

**ANALISIS SENSORIAL DE PAN DE TRIGO CON SUSTITUCION PARCIAL  
DE SUERO DE LECHE DULCE POR AGUA**

NOMBRES Y APELLIDOS: \_\_\_\_\_

Edad (Juez): \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_ Hora: \_\_\_\_\_

Lugar: \_\_\_\_\_

Instrucciones:

Pruebe Ud. Cada muestra de pan que se le presente en la mesa de evaluación e indique el grado en el que le guste o disguste el color, olor, sabor y textura de cada muestra de acuerdo a la escala hedónica que se le presenta, escribiendo en el recuadro la calificación que para Ud. Corresponda en el casillero de cada atributo de las muestras.

(5) ME GUSTA EXTREMADAMENTE.

(4) ME GUSTA MUCHO.

(3) NO ME GUSTA NI ME DISGUSTA.

(2) ME DISGUSTA MUCHO

(1) ME DISGUSTA EXTREMADAMENTE.

ATRIBUTO	MUESTRA 1 (T1)	MUESTRA 2 (T2)	MUESTRA 3 (T3)
COLOR			
OLOR			
SABOR			
TEXTURA			

COMENTARIO: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

*¡Gracias!*



Anexo 7: Composición fisicoquímica y nutricional de pan de trigo con sustitución parcial de suero de leche dulce en T1, T2 y T3.



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO – PUNO  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRONÓMICA  
LABORATORIO DE AGUA Y SUELOS



---

**RESULTADOS DE ANALISIS**

---

**ASUNTO: ANALISIS PROXIMAL DE PAN DE TRIGO CON SUSTITUCIÓN PARCIAL DE SUERO DE LECHE DULCE POR AGUA**

MOMBRE : BACH. YESENIA MILAGROS TURPO MAMANI  
 PROCEDENCIA : PUNO  
 TITULO : "EFECTO DE LA ADICIÓN DE SUERO DE LECHE DULCE EN LAS PROPIEDADES FISICOQUÍMICAS COMO RETARDADOR DE ENDURECIMIENTO, PROPIEDADES NUTRICIONALES Y CARACTERÍSTICAS SENSORIALES DEL PAN DE TRIGO"  
 MOTIVO : EJECUCIÓN DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN  
 FECHA DE MUESTREO : 17/10/2023  
 FECHA DE ANALISIS : 18/10/2023  
 LABORATORIO : AGUA Y SUELO FCA-UNA  
 TOTAL : 03 MUESTRAS

**RESULTADOS**

Examen	T1 (0%SLD/100%AGUA)	T2 (30%SLD/70%AGUA)	T3 (50%SLD/50%AGUA)
HUMEDAD %	36.67	38.48	41.56
CENIZA %	2.57	2.62	2.77
PROTEINA %	2.13	3.36	5.65
GRASA %	2.16	2.49	3.61
CARBOHIDRATO %	56.46	50.05	41.51



**Dr. Evaristo Mamani Mamani**  
ANALISTA



**Dr. Sc. Evaristo Mamani Mamani**  
JEFE DE LABORATORIO DE AGUAS Y SUELOS



Anexo 8: Informe de laboratorio de análisis de actividad de agua.



*Universidad Nacional Del Altiplano Puno*

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
E.P. INGENIERIA AGROINDUSTRIAL

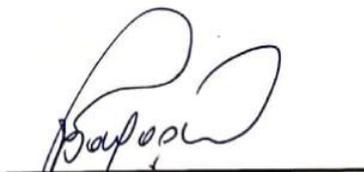


**INFORME DE LABORATORIO**

SOLICITANTE : YESENIA MILAGROS TURPO MAMANI  
LUGAR DE PROCEDENCIA : UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO PUNO  
LABORATORIO : EVALUACIÓN NUTRICIONAL DE ALIMENTOS  
TÍTULO : "EFECTO DE LA ADICIÓN DE SUERO DE LECHE DULCE EN LAS PROPIEDADES FÍSICOQUÍMICAS COMO RETARDADOR DE ENDURECIMIENTO, PROPIEDADES NUTRICIONALES Y CARACTERÍSTICAS SENSORIALES DEL PAN DE TRIGO"  
MUESTRA : PAN DE TRIGO CON SUSTITUCIÓN PARCIAL DE SUERO DE LECHE DULCE POR AGUA  
PROCEDENCIA : PUNO  
MOTIVO : EJECUCIÓN DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN  
FECHA DE RECEPCIÓN : 08/10/2023

**RESULTADOS**

Examen	T1 (0%SLD/100%AGUA)	T2 (30%SLD/70%AGUA)	T3 (50%SLD/50%AGUA)
Actividad de agua %	0.71	0.70	0.70

  
MSc. César Paul Laqui Vilca



Anexo 9: Informe de laboratorio de análisis microbiológico de mohos.



Universidad Nacional del Altiplano - Puno

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial  
LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA DE ALIMENTOS



**INFORME DE ENSAYO MICROBIOLÓGICO Nº 002-2024**

- I. Datos de solicitante**  
Nombres y Apellidos : Yesenia Milagros Turpo Mamani  
Dirección : Av. Alto Alianza N°1137
- II. Datos del servicio**  
Nº de Solicitud del Servicio : 001-YMTM  
Fecha de ingreso : 21 de Octubre de 2023.  
Servicio solicitado : Análisis de microbiológico
- III. Nombre del producto** : Pan de trigo con sustitución parcial de suero de leche dulce por agua
- IV. Datos de la muestra**  
Presentación : En taper acrílico de 15x15 cm  
Tipo de sistema : N/P  
Fecha de producción : N/P  
Fecha de vencimiento : N/P  
Tamaño de lote : N/P
- V. Aspectos técnicos del muestreo**  
Muestreado por : El solicitante  
Condición de muestreo : Muestra recibida en laboratorio  
Detalle de la muestra : Envasada en taper acrílico de 15x15 cm  
Nº de unidades de la muestra : Tres (03) muestras  
Código de la muestra : M001 a M003  
Para ensayo en Laboratorio : 002-24  
Identificación de la muestra : Sin muestra dirimente
- VI. Fecha de ensayo** : 22 de Octubre de 2023.
- VII. Resultados**

**DETALLE DE LA MUESTRA**

CODIGO	PRODUCTO
M001	0%SLD/100%AGUA
M002	30%SLD/100%AGUA
M003	50%SLD/100%AGUA

REQUISITOS	VALOR OBTENIDO		
	M001	M002	M003
Mohos (ufc/g)	2.8x10 <sup>3</sup>	2.2x10 <sup>3</sup>	1.6x10 <sup>3</sup>

**I. Conclusión**

La muestra de agua se encuentra dentro de los límites establecidos; por lo tanto, es APTO para el consumo humano.

Puno, C.U. 03 de mayo de 2024.



Dr. Alejandro Coloma Paxi  
Jefe de Laboratorio de Microbiología



### DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD DE TESIS

Por el presente documento, Yo YESENIA MILAGROS TURPO HAMANI  
identificado con DNI 76083245 en mi condición de egresado de:

Escuela Profesional,  Programa de Segunda Especialidad,  Programa de Maestría o Doctorado  
INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

informo que he elaborado el/la  Tesis o  Trabajo de Investigación denominada:  
" EFECCIÓN DE ADICIÓN DE SUECO DOLCE DE LECHE EN LAS PROPIEDADES  
FISICOQUÍMICAS COMO RETARDADOR DE ENDURECIMIENTO, PROPIEDADES  
NUTRICIONALES Y CARACTERÍSTICAS SENSORIALES DE PAN DE TIBIDO "

Es un tema original.

Declaro que el presente trabajo de tesis es elaborado por mi persona y no existe plagio/espía de ninguna naturaleza, en especial de otro documento de investigación (tesis, revista, texto, congreso, o similar) presentado por persona natural o jurídica alguna ante instituciones académicas, profesionales, de investigación o similares, en el país o en el extranjero.

Dejo constancia que las citas de otros autores han sido debidamente identificadas en el trabajo de investigación, por lo que no asumiré como tuyas las opiniones vertidas por terceros, ya sea de fuentes encontradas en medios escritos, digitales o Internet.

Asimismo, ratifico que soy plenamente consciente de todo el contenido de la tesis y asumo la responsabilidad de cualquier error u omisión en el documento, así como de las connotaciones éticas y legales involucradas.

En caso de incumplimiento de esta declaración, me someto a las disposiciones legales vigentes y a las sanciones correspondientes de igual forma me someto a las sanciones establecidas en las Directivas y otras normas internas, así como las que me alcanzan del Código Civil y Normas Legales conexas por el incumplimiento del presente compromiso.

Puno 13 de mayo del 20 24

  
FIRMA (obligatoria)



Huella



## AUTORIZACIÓN PARA EL DEPÓSITO DE TESIS O TRABAJO DE INVESTIGACIÓN EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL

Por el presente documento, Yo YESSENIA MALACCO TORO MAMANI identificado con DNI 76 083245 en mi condición de egresado de:

Escuela Profesional,  Programa de Segunda Especialidad,  Programa de Maestría o Doctorado

INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

informo que he elaborado el/la  Tesis o  Trabajo de Investigación denominada:

" EFECTO DE ADICIÓN DE SUECO DULCE DE LECHE EN LAS PROPIEDADES FÍSICOQUÍMICAS COMO ESTABILIZADOR DE ENRIQUECIMIENTO, PROPIEDADES NUTRICIONALES Y CARACTERÍSTICAS SENSORIALES DE PAN DE TRUFO "

para la obtención de  Grado,  Título Profesional o  Segunda Especialidad.

Por medio del presente documento, afirmo y garantizo ser el legítimo, único y exclusivo titular de todos los derechos de propiedad intelectual sobre los documentos arriba mencionados, las obras, los contenidos, los productos y/o las creaciones en general (en adelante, los "Contenidos") que serán incluidos en el repositorio institucional de la Universidad Nacional del Altiplano de Puno.

También, doy seguridad de que los contenidos entregados se encuentran libres de toda contraseña, restricción o medida tecnológica de protección, con la finalidad de permitir que se puedan leer, descargar, reproducir, distribuir, imprimir, buscar y enlazar los textos completos, sin limitación alguna.

Autorizo a la Universidad Nacional del Altiplano de Puno a publicar los Contenidos en el Repositorio Institucional y, en consecuencia, en el Repositorio Nacional Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto, sobre la base de lo establecido en la Ley N° 30035, sus normas reglamentarias, modificatorias, sustitutorias y conexas, y de acuerdo con las políticas de acceso abierto que la Universidad aplique en relación con sus Repositorios Institucionales. Autorizo expresamente toda consulta y uso de los Contenidos, por parte de cualquier persona, por el tiempo de duración de los derechos patrimoniales de autor y derechos conexos, a título gratuito y a nivel mundial.

En consecuencia, la Universidad tendrá la posibilidad de divulgar y difundir los Contenidos, de manera total o parcial, sin limitación alguna y sin derecho a pago de contraprestación, remuneración ni regalía alguna a favor mío; en los medios, canales y plataformas que la Universidad y/o el Estado de la República del Perú determinen, a nivel mundial, sin restricción geográfica alguna y de manera indefinida, pudiendo crear y/o extraer los metadatos sobre los Contenidos, e incluir los Contenidos en los índices y buscadores que estimen necesarios para promover su difusión.

Autorizo que los Contenidos sean puestos a disposición del público a través de la siguiente licencia:

Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional. Para ver una copia de esta licencia, visita: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

En señal de conformidad, suscribo el presente documento.

Puno 13 de mayo del 2024

  
FIRMA (obligatoria)



Huella