



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS
ESCUELA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA



**PRODUCCIÓN DE YOGURT CON SUSTITUCIÓN PARCIAL DE
LECHE POR LACTOSUERO**

TESIS

PRESENTADA POR:

Bach. NANCY CUSILAYME QUISPE

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

LICENCIADO EN BIOLOGÍA

PUNO – PERÚ

2023



Reporte de similitud

NOMBRE DEL TRABAJO

PRODUCCIÓN DE YOGURT CON SUSTITUCIÓN PARCIAL DE LECHE POR LACTOSUERO

AUTOR

NANCY CUSILAYME QUISPE

RECuento DE PALABRAS

16880 Words

RECuento DE CARACTERES

89340 Characters

RECuento DE PÁGINAS

82 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

2.1MB

FECHA DE ENTREGA

Sep 5, 2023 8:23 PM GMT-5

FECHA DEL INFORME

Sep 5, 2023 8:25 PM GMT-5

● 19% de similitud general

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

- 18% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 12% Base de datos de trabajos entregados
- 3% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossr

● Excluir del Reporte de Similitud

- Material bibliográfico
- Material citado
- Material citado
- Coincidencia baja (menos de 8 palabras)

Universidad
Nacional
del Altiplano 

Firmado digitalmente por ROMERO
TORRES, Maria Trinidad FAU
20145496170 soft
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 05.09.2023 20:30:00 -05:00

Resumen



DEDICATORIA

A Dios por ser mi padre, mi confidente y permitir que pueda empezar y terminar esta meta, por haberme dado muchísima fuerza y salud para continuar y lograr mis objetivos, además de que nunca te sentí lejos de mí en ningún momento.

A mis queridos padres NÉSTOR CUSILAYME y MARÍA QUISPE por el gran sacrificio y esfuerzo incondicional que me brindaron y me brindan, ustedes son sin duda mi gran ejemplo de superación, gracias por brindarme su apoyo en todo momento.

A mis queridos hijos MARIZA y MATHIAS por que fueron y son mi motivo más grande para poder seguir adelante en esta vida.

A todas las personas especiales, amistades que me brindaron en cada momento todo su apoyo ilimitado, para crecer en forma personal y profesionalmente.

Nancy Cusilayme Quispe



AGRADECIMIENTOS

A Dios por guiarme y darme fuerza, por tenerme siempre a su lado llenándome de alegría y gozo.

A mis queridos padres por su apoyo incondicional que me brindaron, que han dado todo el esfuerzo para que hoy yo pueda ser una profesional.

A la Universidad Nacional del Altiplano de Puno y a la Facultad de Ciencias Biológicas, que me brindaron sus enseñanzas y conocimientos en mi formación académica y profesional.

A mi directora de tesis Dra. María Trinidad Romero Torres, por su paciencia y conocimiento para hacer posible esta investigación.

A todos los docentes que integraron como miembros del jurado de esta investigación Dra. Vicky Cristina Gonzales Alcos, Mg. Dante Mamani Sairitupac y M.Sc. Juan Pablo Huarachi Valencia, por sus sugerencias en el proceso de revisión de esta investigación.

A la M.Sc. Eva Laura Chauca por sus sugerencias y recomendaciones para mejorar la presente investigación.

A todas las personas especiales, amistades que me dieron todo su apoyo ilimitado, animando, estimulado en todo momento a crecer personal y profesionalmente especialmente a mi amiga hermana Lenna Medina porque estuviste siempre presente en todo momento apoyándome en esta investigación sin dudar.

Nancy Cusilayme Quispe



ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTOS

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE FIGURAS

ÍNDICE DE TABLAS

ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

RESUMEN 10

ABSTRACT..... 11

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1. OBJETIVO GENERAL 13

1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS..... 14

CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. ANTECEDENTES..... 15

2.2. MARCO TEÓRICO 19

2.2.1. Lactosuero..... 19

2.2.2 .Leche..... 22

2.2.3. Yogurt..... 24

2.2.4. Aspectos sensoriales: 29

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. AMBITO DE ESTUDIO. 31

3.2. TIPO DE INVESTIGACION. 31



3.3. POBLACIÓN.....	31
3.4. TAMAÑO DE MUESTRA.....	31
3.5. MÉTODOLÓGIA.....	32
CAPÍTULO IV	
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	
4.1. ELABORACION DE YOGURT	49
4.2. DETERMINACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS Y MICROBIOLÓGICAS DEL YOGURT.....	53
4.3. EVALUACIÓN SENSORIAL DEL YOGURT.....	55
V. CONCLUSIONES.....	61
VI. RECOMENDACIONES	62
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	63
ANEXOS.....	71

Área: Ciencias Biomédicas

Sub línea de investigación: Diagnóstico y Epidemiología

Fecha de sustentación: 07 de setiembre del 2023



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Fermentación láctica	26
Figura 2. Organigrama para la elaboración del yogurt	38
Figura 3. Contaminación de áreas de cultivo.....	71
Figura 4. Elaboración del queso, en su primera cuajada	71
Figura 5. Análisis microbiológico y físico químico del lactosuero y la leche	71
Figura 6. Proceso de la elaboración del yogurt.....	72
Figura 7. Envasado del yogur para el proceso de fermentación.....	72
Figura 8. Envasado del yogur para el análisis microbiológico y físico químico.....	73
Figura 9. Yogurt textura final de las formulaciones M1, M2 y M3.	73



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Comparación de las características del lactosuero dulce y ácido	20
Tabla 2. Propiedades funcionales del lactosuero	22
Tabla 3. Composición aproximada del yogurt.....	25
Tabla 4. Formulación utilizada para para cada uno de las concentraciones	36
Tabla 5. Características organolépticas del lactosuero y la leche	49
Tabla 6. Características físico-químicas del lactosuero y la leche.....	50
Tabla 7. Análisis microbiológicas del lactosuero y la leche	51
Tabla 8. Composición de insumos e ingredientes en las formulaciones	52
Tabla 9. Ensayos físico químicas y química proximal del yogurt	53
Tabla 10. Análisis microbiológico del yogurt.....	54
Tabla 11. Análisis de varianza para variable olor.....	55
Tabla 12. Análisis de varianza para variable color	56
Tabla 13. Análisis de varianza para variable sabor.....	58
Tabla 14. Análisis de varianza para variable textura	59
Tabla 15. Resultados del análisis sensorial según la media.	60



ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

- PPM:** partes por millón
- UFC.:** Unidad formadora de colonias
- NMP:** Número más probable
- Sig.:** Significativo
- M1:** 70% leche, y 30% lactosuero
- M2:** 40% leche y 60% lactosuero
- M3:** 10% leche y 90% lactosuero,
- Fc:** factor calculado
- INIA:** Instituto Nacional de Innovación Agraria
- ml.:** mililitros
- NTS:** Normas Técnicas Sanitarias
- NTE:** Normas Técnicas Ecuatorianas
- NTP:** Normas Técnicas Peruanas
- DS.:** Decreto Supremo
- Kg;** kilogramo
- DBO:** Demanda biológica de oxígeno
- EM:** Microorganismos eficientes



RESUMEN

El lactosuero es un remanente del proceso de producción de queso, que no se aprovecha adecuadamente, trayendo consigo la generación de problemas ambientales como consecuencia de la eliminación del lactosuero como residuo desechable en tierras de cultivo y cuerpos de agua, alterando el hábitat de los mismos en perjuicio de la flora y fauna respectivamente. La investigación se realizó en el Laboratorio de Microbiología de Alimentos Facultad de Ciencias Biológicas de la UNA-PUNO y del Instituto Nacional de Investigación Agraria (INIA); entre los meses de noviembre a diciembre del 2022; enero a febrero del 2023, teniendo el objetivo de elaborar yogurt con sustitución parcial de leche por lactosuero. El estudio fue de tipo descriptivo, experimental, analítico y transversal. La metodología aplicada fue según NTP 202.001:2003 leche y productos lácteos, leche cruda requisitos, NTE Suero de leche, requisitos, la Norma Técnica Sanitaria del Ministerio de Salud que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inóculos R.M. N° 615-2003 SA/DM. Para la elaboración de yogurt y en búsqueda de parámetros fisicoquímicos y microbiológico óptimos se realizó según las NTP 202.001:2003 de leche y productos lácteos. leche cruda, requisitos, el Decreto Supremo N° 007-2017-MINAGRI, y las NTS que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano; así mismo la evaluación sensorial fue mediante escala hedónica y DCA y la prueba Tukey. Lográndose como resultados la obtención de yogurt con sustitución parcial de leche por lactosuero, con características organolépticas, aceptables y agradables para el consumo humano, sensorialmente se determinó que no hay diferencia significativa para el atributo olor y color, el atributo color presenta diferencia significativa entre M2 y M3, la textura presenta diferencia significativa entre M1, M2 y M3. Se concluye que la elaboración del yogurt con sustitución parcial, es una buena alternativa en la industria alimentaria.

Palabras Clave: lactosuero, Análisis, yogurt, valor nutritivo, contaminación.



ABSTRACT

The whey is a remnant of the cheese production process, which is not used properly, bringing with it the generation of environmental problems as a consequence of the elimination of the whey as disposable waste in farmlands and bodies of water, altering their habitat. to the detriment of flora and fauna respectively. The research was carried out in the Laboratory of Food Microbiology, Faculty of Biological Sciences of UNAPUNO and the National Institute of Agrarian Research (INIA); between the months of november to december 2022; january to february 2023. With the aim of making yogurt with partial substitution of milk for whey. The study was descriptive, experimental, analytical and cross-sectional. The applied methodology was according to NTP 202.001:2003 MILK AND DAIRY PRODUCTS, raw milk requirements, NTE Milk serum, requirements, the Sanitary Technical Standard of the Ministry of Health that establishes the microbiological criteria of sanitary quality and R.M. No. 615-2003 SA/DM. For the elaboration of yogurt and in search of optimal physicochemical and microbiological parameters, it was carried out according to NTP 202.001: 2003 of MILK AND DAIRY PRODUCTS. raw milk, requirements, Supreme Decree No. 007-2017-MINAGRI, and the NTS that establish the microbiological criteria of sanitary quality and safety for food and beverages for human consumption; Likewise, the sensory evaluation was through the hedonic and DCA scale and the Tukey test. Achieving as results the obtaining of yogurt with partial replacement of milk by whey, with organoleptic characteristics, acceptable and pleasant for human consumption, with an acidity of 0.587% - 0.645% (pH of 4.58 - 4.95), fat of 1.09% -1.18 %; carbohydrates from 14.7% - 15% and proteins with 2.36% - 3.07%. The evaluation of formulations M1 (70% whey and 30% milk), M2 (40%-60%), M3 (70%-30) respectively show that M2 present the best acceptance option according to sensory analysis and consistency respectively. It is concluded that the elaboration of yogurt with partial replacement of milk by whey is a good alternative in the food industry with partial replacement of milk by whey,

Keywords: whey, Analysis, yogurt, nutritional value, contamination.



CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

El lactosuero es el líquido remanente que resulta de la coagulación de las proteínas caseicas de la leche durante la elaboración de queso, que representa entre 85% a 90% del volumen total de la leche, ya en la edad moderna empezó a ser considerado por los productores queseros como un desperdicio y a su vez en una problemática para el medio ambiente, por lo que es considerado uno de los desechos orgánicos más contaminantes, cuando es descargada en fuentes de agua sin ningún tipo de tratamiento, permitiendo la proliferación de microorganismos anaerobios y facultativos, alterando la DBO, transformando la materia orgánica en compuestos que disminuyen el pH, produciendo malos olores, desaparición de las especies acuáticas e impermeabilizando los terrenos agrícolas (Londoño et al 2008).

Sin embargo, a mitad del siglo XX hubo muchos logros tecnológicos a nivel mundial los cuales permitieron transformar este producto sin mucho valor en una valiosa materia prima, por sus componentes que preserva, que es 50% del total de los sólidos de la leche y un 20% de los componentes solubles en agua, tales como carbohidratos, minerales, vitaminas hidrosolubles y proteínas solubles (Montesdeoca, 2017), el lactosuero con la ayuda de la tecnología podemos transformar principalmente en suero en polvo, aislado de proteína de suero, bioetanol, biopolímeros, hidrógeno, metano, electricidad y probióticos, también es importante resaltar que mil litros de lactosuero contienen 9 kg de proteína de alto valor biológico, 50 kg de lactosa y 3 kg de grasa de leche, esto equivale a los requerimientos diarios de proteína para 130 personas y de energía para más de 100 personas.



En nuestra zona altiplánica de Puno, las pequeñas queserías dejan cerca de 2150 a 2250 litros de lactosuero diario, descartándose una gran parte por un desconocimiento sobre sus propiedades nutricionales y por no contar con tecnologías apropiadas para su manejo y procesamiento, por lo que es destinado solo para alimentar a los animales.

En la dieta alimentaria del ser humano es imprescindible y primordial el consumo de productos lácteos y sus derivados, así como el yogurt, que es un alimento que posee beneficios para la salud, es un alimento lácteo fermentado con probióticos, que consumidos en cantidades suficientes, ejerce efectos benéficos, es un estimulante del peristaltismo intestinal, esto hace que los microorganismos del intestino se desarrollen y son usadas para prevenir las infecciones gastrointestinales, también tienen propiedades inmunomoduladores, antioxidantes, antimicrobianas, antivirales, anticancerígenas, antiulcerosas y proteger al sistema cardiovascular, es un alimento que se digiere mejor que la leche, por lo que la FAO Y UNESCO mencionan al yogurt como un alimento primordial en la dieta de las personas, principalmente en la etapa infantil y la edad avanzada.

El propósito de esta investigación es utilizar el lactosuero en la producción de yogurt con sustitución parcial de la leche por lactosuero, esta oportunidad de utilizar el lactosuero aún no ha sido enfocada en el departamento de Puno, por lo que sería beneficioso introducir el conocimiento sobre las bondades del lactosuero al elaborar el yogurt.

1.1. OBJETIVO GENERAL

Producir yogurt con sustitución parcial de la leche por lactosuero.



1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Elaborar yogurt con sustitución parcial de leche por lactosuero
- Determinar las características físico químicas y microbiológicas de yogurt con sustitución parcial de la leche por lactosuero.
- Evaluar sensorialmente las formulaciones del yogurt con sustitución parcial de la leche por lactosuero.



CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. ANTECEDENTES

Álvarez (2013), señala que el lactosuero tiene diversas aplicaciones en la industria alimenticia, agropecuaria, farmacéutica, por sus grandes ventajas en cuanto aspectos nutricionales, por sus altos contenidos en proteína y minerales. Por lo que las empresas deben buscar nuevas alternativas en el uso del lacto-suero para tener mayor rentabilidad y ofertas en la industria.

Araujo et al. (2013), concluye que el lactosuero es una opción para su aprovechamiento, para que se puede realizar productos con un aumento de su valor agregado, con gran aceptación entre los pobladores y representa una fabulosa y variada mezcla de proteínas, por lo tanto, también tiene un rango bastante grande en sus propiedades químicas, físicas y funcionales.

Gavilanes (2018), afirma que el lactosuero es un subproducto que posee múltiples cualidades nutricionales y excelente operatividad, siendo materia prima de diferentes productos.

Guzmán (2017), empleó el lactosuero bovino, con el objetivo de formular una bebida hidratante saborizada para consumo humano y proyectar la reducción de lactosuero en los vertederos de las industrias lácteas del Valle del Mantaro, realizando a su vez análisis al lactosuero en su composición físico química y microbiológica.

Hernández (2009), realizó una investigación referente a lactosuero en proceso de producción de yogurt y afirma que el suero de queso de panela es apto para este proceso.

Inda (2001), todos los lactosueros difieren en su composición, según la leche usada en la quesería, contenido de humedad del queso y de manera muy significativa del pH al que el lactosuero se separa de la cuajada.



Londoño *et al.*, (2008), asimismo mencionan que el lactosuero al ser evacuado en fuentes hídricas, hace que el agua se quede sin oxígeno, esto por la acción microbiana que cambia la materia orgánica en compuestos que bajan el pH del agua resultando en la producción de malos olores y la muerte de los organismos acuáticos.

Machacuay (2014), realizó su investigación con suero dulce que tiene un pH de 5.5 y acidez de 0.248 % mediante cuatro modelos encontrando que el producto con 85% de lactosuero y 15% de leche fue el que prefirió los consumidores y con un pH 4.57, acidez con 0.648%, densidad 1.057g/ml. grasa de 1.09%, proteína 4.07% ceniza 0.54%, humedad 87.70% carbohidratos 6.60%, además que el análisis microbiológico los resultados están dentro de lo establecido para el consumo.

Martínez (2013), para la elaboración de su bebida utilizó suero de queso costeño y pulpa comercial de maracuyá, para lo cual al suero lo filtro, pasteurizó a 70°C por 30 minutos, enfrió 6°C y estabilizó con tripolifosfato de sodio al 0,04% e hidrolizado durante 10 horas, a concentraciones de pulpa de (5; 7,5; 10; 12 y 15%), siendo los resultados de la hidrólisis que no hay diferencias estadísticas significativas ($p > 0,05$); así la bebida deslactosada y fermentada con adición del 10% de pulpa fue la más preferida y la bebida con 5% de pulpa fue la de menor preferencia ($p > 0,05$), considerando al primer producto muy bueno, novedoso y mejorador de las características del suero aumentando su valor agregado.

Miranda *et al.*, (2014), mencionan que el lactosuero posee lactosa en grandes dimensiones como carbohidrato estructural, el cual hace favorable un desarrollo y reproducción de las bacterias ácido-lácticas.

Marulanda (2012), en su elaboración de yogurt con lactosuero fermentado con bacterias, expone que el lactosuero tiene los elementos necesarios para realizar este proceso, del cual preparo tres concentraciones con 13,17 y 21% de sólidos totales,



llevándose a degustación sensorial entre muestras en cuanto a aroma, dulzor, acidez, textura, comparado con un yogurt.

Parra (2009), menciona que el lactosuero es una excelente materia prima para producir distintos productos a nivel tecnológico o como medio de formulación en procesos fermentativos. Y sostiene, aunque exista la preocupación de afectar el medio ambiente, existen una diversidad de productos alimenticios que son factibles para su elaboración.

Parra (2010), indica que las bacterias fermentadoras realizan un trabajo valioso en la industria alimentaria, por aportar sabor, olor, textura, propiedades terapéuticas y cualidades nutritivas, dentro de las cuales se puede mencionar *Lactococcus*, *Lactobacillus*, *Enterococcus*, *Streptococcus*, *Leuconostoc* y *Pediococcus*.

Poveda (2013), dice que la exclusión del lactosuero sucede entre otros aspectos, a la desinformación de algunos trabajadores sobre las cualidades nutricionales del lactosuero y no poder acceder a las tecnologías apropiadas para su manejo y procesamiento.

Ramírez (2012), realizó una revisión bibliográfica de los estudios más relevantes del lactosuero mediante la fermentación, siendo las transformaciones biotecnológicas las más recomendadas.

Romero (2016), desarrollo una bebida láctea fermentada con suero de leche en diferentes concentraciones, los evaluó microbiológica y químicamente con el fin de caracterizar el producto final y asegurarse que el tratamiento térmico utilizado fue el correcto y medir su aceptación por parte de los consumidores mediante un panel sensorial, trabajo con tres concentraciones diferentes de suero; el de mayor preferencia, con 95% de confianza, fue el de 75% de leche y 25% de suero, finalmente evidenció que la bebida



se encontraba dentro de rangos aceptables en cuanto a valor nutricional y estabilidad microbiológica.

Sánchez *et al.* (2009), utilizaron microorganismos eficientes (EM) para transformar el lactosuero empleando bacterias en lactosuero salado en dos etapas concluyendo que puede recuperarse en su primera parte un 7.10% en la segunda parte remover en un 98% de demanda química de oxígeno en su fase líquida evitando un riesgo ambiental.

Rodríguez (2020), elaboró una bebida de valor proteico a base de suero de leche con distintas concentraciones de pulpa, de *Theobroma grandiflorum* 10, 20 y 30% que al ser evaluados microbiológica y químicamente según NTE INEN 2609:2012, para bebidas de suero leche y la evaluación sensorial fue realizada por un panel no entrenado que considero cuatro atributos y cinco puntos de la escala hedónica, siendo la formulación de mayor aceptación la bebida de 70% de lactosuero y 30% de copoazú, donde el sabor fue el factor de mayor puntuación, con porcentajes proteicos superiores a los requerimientos para bebidas lácteas.

Sepúlveda (2002), afirma que se puede utilizar lactosuero de queso fresco para realizar bebida fermentada, a partir de 50 kilos de lactosuero para cada tratamiento con estabilizantes que está formado por carboximetilcelulosa aumentando la viscosidad luego le agregó pulpa de maracuyá y vitaminas A y D. como resultado se encontró que el tratamiento de CMC 28FG recibió 70% de aceptación, no manifestando gomosidad durante 24 días de almacenamiento.

Vega (2012), manifiesta que el empleo de 70% del lactosuero en la bebida, no produce variación en cuanto a sus cualidades organolépticas y también que sus características fisicoquímicas y microbiológicas están dentro de lo establecido por la Norma Técnica Ecuatoriana.



Videa (2019), en su yogurt emplea una mezcla entre leche y lactosuero en tres formulaciones, determinando que la formulación de 70% de leche y 30% de lactosuero fue la que presenta mejores características organolépticas,

Williams (2002), indica que el tratamiento con lactosuero que mayor aceptación obtuvo, fue el de sabor a uva, al que se añadió 50% de lactosuero, siendo seleccionado como modelo para ejecutar su proyecto.

2.2. MARCO TEÓRICO

2.2.1. Lactosuero

Codex Stan 289 (1995), nos define como el resultado obtenido durante la elaboración del queso, por medio de la ruptura de la cuajada, luego de la coagulación de la leche,

Moya (2002), también cataloga al lactosuero como el líquido que resulta del cuajamiento de la leche, tras la división de la caseína y de la grasa, su constitución varía según el tipo de queso fabricado, que puede ser por acidificación o por la agregación de cuajo, resultando variación en cuanto el porcentaje cálcico y de otras sustancias minerales.

Soulides (2000), define a este subproducto como un fluido resultante del proceso de fabricación del queso, después de la fase micelar. Su aspecto corresponde a un elemento fluido, de coloración verdoso amarillento, turbio, de sabor fresco, poco dulce, de sabor ácido, con un contenido de nutrientes o extracto seco del 5.5% al 7%.

Tipos de lactosuero

Existen dos variedades de lactosuero, el dulce se obtiene mediante el cuajamiento de la renina a pH 6,5 y el ácido por medio de proceso de fermentación o coagular la caseína como en la producción de quesos frescos (Parra, 2009).

a) **El lactosuero dulce:** es el resultado de la producción de queso, donde se realiza un proceso con enzimas proteolíticas o “cuajo”, estos actúan sobre las caseínas de la leche realizando una división generando desestabilidad y precipitación trabajando con temperatura entre 15°C a 50°C, pH moderadamente ácido 5,9-6,6 productos de la incorporación de bacterias lácticas y iones calcio. Por lo común se utiliza enzimas como la quimosina o renina (Franchi, 2010).

b) **El lactosuero ácido:** se obtiene por medio de la precipitación ácida de la caseína, se realiza bajando el pH de la leche a un valor de 4,5 a 4,6. A este pH, se alcanza el punto isoeléctrico de la mayoría de las caseínas presentes; en este momento la carga eléctrica neta de la proteína será de cero, esto genera que la micela de caseína se desestabilice y precipite, dejando en solución solamente las proteínas de tipo séricas (Franchi, 2010).

En la siguiente tabla se presenta la diferencia de las características de los lactosueros dulce y ácido.

Tabla 1. Comparación de las características del lactosuero dulce y ácido

Componente	Lactosuero dulce (g/l)	Lactosuero ácido (g/l)
Sólidos totales	63,0 - 70,0	63,0 - 70,0
Lactosa	46,0 - 52,0	44,0 - 46,0
Proteína	6,0 - 10,0	6,0 - 8,0
Calcio	0,4 - 0,6	1,2 - 1,6
Fosfatos	1,0 - 3,0	2,0 - 4,5
Lactato	2,0	6,4
Cloruros	1,1	1,1

Fuente: (Panesar *et al* 2007)



Proteínas del lactosuero

Las proteínas bioactivas del lactosuero, en su mayoría es β -lactoglobulina y α – lactoalbúmina que aporta propiedades funcionales de los ingredientes de proteínas y en los prototipos de alimentos (Spellman, 2009).

Albuminas: es la porción más importante, es el 75% de las proteínas del lactosuero y está conformada de tres constituyentes, la α –lactoalbúmina es el transporte primordial del grupo sulfhídrico β -lactoglobulina y la seroalbúmina (Moreno, 2003).

β -lactoglobulina: es la más importante proteína del lactosuero, su función principal es la fijación de los minerales, tiene regiones con aminoácidos esto permite que puedan fijarse los minerales y acarrearlos durante su trayecto a través de la pared intestinal, también tiene un dominio mínimo hidrofóbico por lo que se puede con facilidad absorber las vitaminas liposolubles (Moreno, 2003).

α –lactoalbúmina: esta proteína conforma el 50 % del total de las proteínas solubles en el proceso de calentamiento conforma un complejo con la caseína K que es más permanente que los componentes con características funcionales y nutricionales, el lactosuero presenta grandes cantidades proteicos por lo que añaden para potenciar diversos alimentos por lo que presenta una cantidad considerable de aminoácidos esenciales (Muñí *et al.*, 2005).

Propiedades funcionales del lactosuero

La fracción combinada de β -lactoglobulina y α –lactoalbúmina es encargada de la emulsificación y creación de espuma en soluciones de lactosuero. (Aider *et al* 2009). Por ser un elemento grande con 75% de las proteínas del lactosuero y en la leche representa un 15% y está comprendida por tres elementos:

Tabla 2. Propiedades funcionales del lactosuero

Propiedades	Proteínas de lactosuero
Solubilidad.	Muy soluble a todos los pH, Insolubles a pH 5 si es termo desnaturalizado.
Gelificación.	Termo gelificación a partir de 70 °C; influencia de pH y sales.
Viscosidad.	Soluciones pocas viscosas excepto si son termo desnaturalizadas.
Propiedades emulsificantes.	Buenas propiedades emulsificantes excepto a pH 4 – 5 si es termo desnaturalizado.
Retención de sabores.	Retención muy variable con el estado de desnaturalización.
Propiedad espumada.	Buen esponjamiento y excelente estabilidad espumante.

Fuente: (Hui, 1993).

2.2.2. Leche

Es un producto integro de la secreción mamaria normal sin adición ni sustracción alguna y que ha sido obtenido mediante el ordeño Según la N.T.P. (202.001:2003 Leche y productos lácteos),

Composición de la leche

La estructura de la leche presenta variaciones físico químico y organoléptico, por el cual hay diferencias en el valor nutritivo. Los factores para estas variaciones se describen a continuación:

- a) **Agua:** en su mayor parte la leche de vaca está constituida por agua variando entre un 86 a 90% (Zabala, 2005).
- b) **Proteínas:** la proteína presente en la leche puede ser desde el 2.9% al 3.9%, es una combinación de diversas partes proteicas diferentes y de pesos moleculares diferentes, las proteínas lo clasifican en caseínas en 80% y las proteínas séricas en 20% según (Zabala, 2005).



c) **Grasa:** está presente en pequeños glóbulos de grasa en emulsión con tamaño de 001 a 80 micras. Se puede destacar que la fracción lipídica de la leche pasa de un estado sólido a un estado líquido a una temperatura de 29-30°C y de congelación 10-12°C (Mazzeo *et al.*, 2007). Está conformada por lípidos y a su vez se puede diferenciar por triglicéridos 98% y 2% de lípidos simples, complejos y esteres de colesterol, simboliza un 50% de contribución energético de la leche. También conformado por un 65% de ácidos de cadena larga que carecen de doble enlace entre sus átomos y un 35% de ácidos carboxílico de cadena larga con uno o varios dobles de enlaces entre sus átomos según (Mahaut *et al.*, 2004).

d) **Carbohidratos:** la lactosa con alrededor de un 4.7% también menciona que existe carbonos minoritarios como la glucosa, galactosa y oligosacáridos y derivados de azúcares, también se encuentran enlazados a las proteínas en las glicoproteínas de la leche, la amplitud de variabilidad en la vaca está estimado en 4.5 y 5.2%, por la diferenciación en la alimentación y la duración de alimentar con leche (Zabala, 2005).

e) **Minerales:** se dividen en sales minerales y los oligoelementos destacan el calcio es el más significativo desde el punto de vista nutricional, está presente en forma abundante y fácilmente asimilable por el organismo (Mazzeo, 2007); en la leche de animales con glándulas mamarias, puede variar entre 3 y 10 g por litro debido al tipo de raza y la alimentación del animal (Zabala, 2005).

f) **Vitaminas:** la leche es uno de los productos alimenticios que presenta una variedad más completa de vitaminas; pero estas lo hallamos en poquísimas dosis según (Santos, 2007 y Amiot, 1991). También podemos decir que es rica en vitamina B12 es una buena fuente de Vitamina A y tiamina, sin embargo, es escasas B3 y vitamina C esto según el tipo de raza que tiene capacidad para transformar el caroteno en Vitamina A., la

leche contiene más calciferol en la estación de verano que en la estación de invierno, de debe a su alimentación fresco y al aumento de calor según (Zavala, 2005).

g) **Enzimas:** tenemos las peroxidadas, lactasas, catalasas, fosfatasas y lipasas entre las más destacadas según (Mazzeo, 2007). Se puede mencionar que las enzimas, son catalizadores biológicos de naturaleza proteica, que generan reacciones químicas de diferente punto isoeléctrico y con variada susceptibilidad frente factores como el calor, sales, alcohol, etc., muchas de los catalizadores de la leche se inactivan cuando se eleva la temperatura sin llegar a la ebullición, por lo que se pueden emplear como señal de los tratamientos (Zabala, 2005).

2.2.3. Yogurt

Según la N.T.P. (202.092:2008 Leche y productos lácteos), nos dice que es el resultado del cambio químico de la leche por acción de las bacterias *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus* y *Streptococcus salivarius* a partir de leche pasteurizada. También Codex alimentarius (243-2003 Norma para leches fermentadas) determina al yogurt como leche fermentada realizada por un proceso de del cambio químico de la leche por medio de la acción de bacterias y bajando el pH con o sin coagulación.

Características físico químicas del yogurt

a) **Carbohidratos:** es muy importante en el proceso de la fermentación de la leche al ser el substrato que requiere las bacterias lácticas (Amiot, 1991), el yogurt contiene variados monosacáridos y disacáridos, pero la lactosa es el disacárido persistente después de la fermentación con un 4 – 5% de ácido láctico (Zabala, 2005).

b) **Proteínas:** la unión de proteínas del yogurt es mayor al de la leche, esto por la acumulación de la misma o puede ocurrir por agregar materia seca láctico hace que este producto obtenga una mayor cantidad de proteínas que es mayor al de la leche. Las proteínas del yogurt están ya coaguladas antes de consumirlo, también menciona que la

proteína del yogurt de leche sin ningún tipo de reducción en sus componentes es de 3.9% (Robinson y Tamime, 1991).

c) **Lípidos:** aunque las BAL no poseen actividad lipolítica, se genera un crecimiento importante del contenido en ácidos grasos libres en el yogurt, también la colaboración de unificar mejora en la digestibilidad al variar la superficie de los glóbulos grasos mencionado por (Mahaut *et al.*, 2004),

d) **Acidez y pH:** nos señala la coagulación acida de la caseína, será el producto de reacción del ácido láctico (como resultado de la proveniente de la alteración de la lactosa por m.o. es decir, la colocación en el punto isoeléctrico aprox. de pH 4.65 de la coagulación del yogurt, esto significa el final de desarrollo del producto y de la fermentación. Este gel presenta apariencia de cuajado homogéneo, que no debería de separarse (Spreer, 1991).

e) **Humedad:** es la cantidad de agua presente en el alimento, el conocer la cantidad del agua en el alimento que se encuentra libre, ayuda a prevenir algunas reacciones de crecimiento microbiano indeseable, el contenido de humedad del yogurt es de 87% según (Zabala, 2005).

Tabla 3. Composición aproximada del yogurt

COMPONENTES	%
Agua	84,1
Grasa	1,5–3
Proteína cruda	4,0–46
Minerales	0,9
Carbohidratos	9,2
Fibra cruda	0,3
Sólidos totales	15,9
Sólidos no grasos	8,25–14,4
Acidez	90–110
pH	4,3–4,5

Fuente: (Alvarado, E. 1991).

Características microbiológicas

Para que puedan desarrollar las bacterias lácticas *Lactobacillus bulgaricus* y *Streptococcus thermophilus* en el yogurt, deben ser inoculados simultáneamente y encontrarse activas en una proporción de 10⁷ bacterias/g. como un rango menor. Con una cantidad de ácido láctico no menor de 0.7g/100g en el instante de la venta al consumidor (Mahaut *et al*, 2004).

Fermentación: es un proceso donde intervienen los microorganismos realizando el metabolismo anaerobio de oxidorreducción donde un elemento orgánico actúa como un emisor final de hidrogeno en reemplazo del oxígeno. La fermentación de carbohidratos dará como producto terminado reducidos y oxidados (Hernández 2003).

Tipos de fermentación: existen variedad de procesos de transformación que puede diferenciar en los productos finales que desencadenan en función del piruvato. Los más utilizados son la el proceso anaeróbico con resultado de etanol y la fermentación por bacterias del azúcar en ácido láctico el cual es usada para la elaboración de yogurt según (Hernández 2003).

Fermentación láctica: en este proceso de transformación del ácido láctica, procederá que el piruvato se reducirá inmediatamente por la intervención del NADH luego tendrá lactato como resultado final, sin liberación de CO₂ según mencionado por (Campbell, 2007)

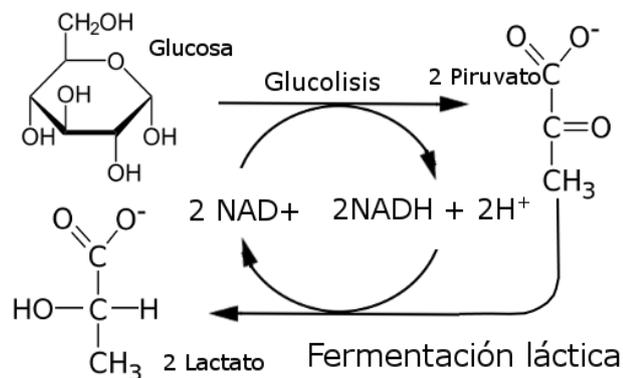


Figura 1. Fermentación láctica (Starr, 2004)



Bacterias productoras de ácido láctico: tienen un rol muy importante en el proceso de fermentación, es muy común la utilización en la industria alimentaria, por realizar acidificación y también por su aportación en la textura, sabor, olor y aroma (Parra, 2010). Son bacterias fermentadoras gram positivas que no causan enfermedades, siendo populares por elaborar ácido láctico a partir de carbohidratos, entre las cuales se encuentran bacterias como *Lactobacillus*, *Lactococcus*, y *Streptococcus Thermophilus*, exceptuando a *Bifidobacterium* que no realiza fermentación y se diferencia de las BAL. según (Hernández, 2003).

Operaciones en la elaboración del yogurt

a) **Recepción:** la recepción es el proceso mediante el cual la planta procesadora realiza los análisis de plataforma con el fin de aceptarla o rechazarla, verifica las cantidades recibidas y obtiene muestras para efectuar los análisis de laboratorio que permiten determinar la calidad de la materia prima (Mazzeo, 2007).

b) **Estandarización:** es la normalización del contenido de grasa y sólidos, la grasa entre 0.5 – 1.5% y sólidos 11 – 12%, donde los sólidos se pueden ajustar con leche o suero en polvo, así como concentrado con calor, aumentando los sólidos totales en un 2 – 4% (Mazzeo, 2007). La estandarización se puede efectuar mediante la adición de leche descremada o crema según se desee bajar o subir el contenido de grasa, por medio de la separación parcial de la grasa en una desnatadora, centrifuga o descremadora, ajustando de esta manera el contenido de la grasa de la leche (Hernández, 2003).

c) **Homogenización:** impide la separación de la materia grasa durante la coagulación, mejora la retención de agua y la firmeza del producto final (Mahaut et al, 2004). La homogenización consiste en reducir el tamaño y dispersar muy finamente las partículas emulsionadas en una mezcla líquida, para tener estabilidad y los glóbulos grasos puedan descender de medida (Hernández, 2003).



d) Tratamiento térmico: La pasteurización no destruye todos los microorganismos, aunque reduce mucho su número y en muchos casos no destruye los microorganismos esporulados. El tratamiento debe cumplir unos mínimos de temperatura y duración, como es de 62,8°C durante 30 minutos o de 72,8°C durante 16 segundos (Hernández 2003). Se puede distinguir dos tipos de pasteurización: pasteurización baja, el cual se define por un calentamiento a 63°C durante 30 minutos, es un método lento y discontinuo, pero presenta la ventaja de no modificar las propiedades de la leche. Otro tipo es la pasteurización alta, la cual se define como el calentamiento a 72°C durante 15 segundos, este método es rápido y continuo, pero modifica ligeramente las propiedades de la leche (Hernández, 2003).

e) Enfriamiento: Es necesario realizar el enfriamiento rápidamente luego de haber realizado la pasteurización, y se baja la temperatura hasta 42°C – 45°C para realizar su inoculación (Hernández, 2003).

f) Inoculación: La inoculación o siembra varía según la actividad de los cultivos entre el 1 y el 7%, y en función de la relación estreptococo/lactobacilos, que es de 1.2 a 2:1 para los yogures naturales, pudiendo alcanzar la proporción de 10:1 en los yogures de frutas (Hernández, 2003).

g) Incubación: Para los yogures batidos, la incubación es realizada a temperaturas entre 42 y 45°C durante un tiempo entre 2 horas 30 minutos y 3 horas 30 minutos, el objetivo de esta fase es alcanzar una acidez de 70 – 80°D en los yogures firmes incubados en estufa y de 100 – 120°D en los yogures batidos (Mahaut et al, 2004), hasta que el pH disminuya a 4.6, punto en que empieza a formarse el coagulo por precipitación de la caseína (Hernández, 2003).

h) Envasado: Para el envasado de yogurt suelen utilizarse envases rígidos de vidrio, semirrígidos de PVC, polietileno, polipropileno, poliestireno, y flexibles como



papel, polietileno, cartón, plástico y papel aluminio (Mazzeo, 2007). La adición de azúcar y de aromatizantes se efectúa inmediatamente después de la siembra en el caso de los yogures firmes, mientras que, en los batidos, las frutas se incorporan justo después del enfriamiento (Hernández, 2003).

2.2.4. Aspectos sensoriales

La evaluación sensorial podemos determinar al comer un alimento, se puede distinguir varias características diferentes en torno a su apariencia, aroma y textura del alimento y para la investigación de los aspectos sensoriales de los alimentos se existen numerosas instrumentos del examen de las propiedades organolépticas de uso para cada fase del proceso según (Rosenthal, 2001), además el examen del análisis sensorial está condicionado al objetivo que se desee conseguir, se puede diferenciar en análisis de calidad y análisis de aceptación (Sancho *et al.*, 2002).

Tipos de pruebas usadas en el análisis sensorial:

En cuanto a la designar los procedimientos adecuados de análisis sensorial, las metodologías de pruebas sensoriales mencionan que pueden ser:

a) Discriminación: esta nos indica que se realiza la descripción de las características organolépticas encontrando diferencias significativas entre las muestras y un patrón. Además, está obligado a cuantificar la diferencia significativa, además tiene que realizarse con personas con experiencia.

b) Descriptivas: aquí se puede detallar confrontar, y estimar las atribuciones de los especímenes en relación a unas categorías o tipos determinados con anterioridad.

c) Hedónicas: en este test las personas evaluarán según su preferencia en cuanto al gusto de satisfacción que sienta por los atributos de los especímenes.

El test hedónico mide el resultado de las personas que consumen el alimento según los gustos, además se puede realizar evaluar la aprobación o desaprobación de un



producto. Suelen responder a demanda de mercado y usualmente quieren ver las tendencias de adquisición de un producto. (Sancho *et al.*, 2002).



CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. ÁMBITO DE ESTUDIO.

El proyecto de investigación se desarrolló en la ciudad de Puno, para lo cual la muestra de lactosuero y leche fue solicitada a la quesería artesanal del distrito de Huata, que está ubicada a 3.880 metros sobre el nivel del mar, a 15°36'50" de latitud sur, 69°58'25" de longitud oeste, al noroeste de la ciudad de Puno, mientras que los procedimientos para la producción del yogurt se realizaron en los ambientes de la Escuela Profesional de Biología de la UNA-PUNO, laboratorio de Microbiología de Alimentos, mientras que los análisis microbiológicos, fisicoquímicos del lactosuero, leche y yogurt se realizó en los laboratorios de INIA Rinconada- Salcedo.

3.2. TIPO DE INVESTIGACIÓN

Esta investigación es de tipo descriptivo, experimental, analítico y transversal, porque los resultados describen las características el contenido microbiológico, físico-químicos y sensorial además que se evalúan tres formulaciones.

3.3. POBLACIÓN

La población estudiada ha sido el yogurt elaborado con sustitución parcial de leche por lactosuero en tres diferentes formulaciones realizado en el Laboratorio de Microbiología de Alimento.

3.4. TAMAÑO DE MUESTRA

El tamaño de muestra fue de 18 litros de yogurt, en tres diferentes formulaciones, de 6 litros por cada uno de las formulaciones.



3.4.1. Recolección de muestra

Se realizó al día siguiente de la elaboración del yogurt para la caracterización físico-químico y microbiológico, siguiendo la directiva sanitaria (032 MINSA/DIGESA-V.01), y el procedimiento para la recepción de muestras de alimentos y bebidas de consumo humano en el laboratorio de control ambiental de la dirección general de salud ambiental del ministerio de salud (RM N°156-2010/MINSA).

3.4.2. Transporte

Las tres formulaciones de yogurt se movilizaron en envases de polietileno dentro de un cooler con destino a INIA- Rinconada para su respectivo análisis.

3.5. MÉTODOLOGIA

La metodología aplicada estuvo en base a las especificaciones técnicas y sanitarias de la leche y productos lácteos establecido por decreto supremo N° 007-2017-MINAGRI, y directiva sanitaria (N°032-MINSA/DIGESA Y norma RM N°615-2003).

3.5.1. Elaboración del yogurt con sustitución parcial de leche por lactosuero

a) Diseño de muestreo

La recolección de la materia prima se obtuvo de la quesería artesanal del distrito de Huata, que fueron el lactosuero y la leche, se tomó la muestra durante el mes de noviembre del 2022, los cuales fueron conservadas en un bote lechero y transportados de inmediato al Laboratorio de Microbiología de Alimentos, del programa de microbiología de la Facultad de Ciencias Biológicas de la UNA-PUNO para su posterior análisis y elaboración del yogurt.

b) Descripción detallada del uso de materiales, equipos, insumos, entre otros.

Características organolépticas del lactosuero y la leche

Fundamento: se basa exclusivamente en la sensación que el producto analizado produce sobre los sentidos: vista, gusto, olfato, y tacto. (Espinoza, 2007)



Procedimiento

En un vaso de precipitado se adicionó 100ml de muestra, seguidamente se observó y determino el color que tiene, luego se procedió a degustar la muestra para definir el sabor, para determinar el olor se olfateo la muestra y para determinar la textura se manipuló con los dedos y se observó el aspecto que tiene.

Características físico químicas del lactosuero y la leche

- La medición del pH

Fundamento: el principio básico de la medida electrométrica del pH se fundamenta en el registro potenciométrico de la actividad de los iones hidrógeno por el uso de un electrodo de vidrio y un electrodo de referencia, o un electrodo combinado (Zumbado, 2004).

Se calibro el pH-metro con las soluciones tampón de referencia, se empezó primeramente por la de pH 7, seguidamente de cada medición se tiene que lavar siempre el electrodo con agua destilada, luego se añadió en un Erlenmeyer 50 ml de la muestra se procedió a sumergir el electrodo del pH-metro, seguidamente se realizó la lectura del valor en el visor.

- Determinación de densidad

Fundamento: la densidad es una medida de cuánto material se encuentra comprimido en un espacio determinado, es la cantidad de masa por unidad de volumen (Zumbado, 2004)

Se vertió la muestra en una probeta, lentamente por las paredes, evitando que produzca espuma hasta llegar a 250 ml, luego se inserta el lactodensímetro lentamente hasta la graduación ideal y luego se soltó para que flote libremente. La recolección de datos se realizó cuando el lactodensímetro estuvo sin movimiento y se consideró correcto el resultado realizando la lectura por encima del menisco formado por el yogurt. Para



realizar la corrección de la medida se tuvo en cuenta lo siguiente: se aumenta 0.0002 por cada grado sobre los 15 °C y se disminuye 0.0002 por cada grado debajo de 15 °C.

- **Prueba de acidez**

Fundamento: la acidez total puede ser medida por titulación con un álcali hasta un punto final que depende del indicador seleccionado y el resultado se puede expresar en términos de un ácido en particular (Zumbado, 2004).

Con una pipeta colocamos 10 cm^3 de muestra en un Erlenmeyer y luego añadimos 6 gotas de solución de fenolftaleína seguidamente se realizó la titulación con la solución de hidróxido de sodio 0,1 N, hasta que torne un color rosa el cual permaneció un lapso de 10 segundos. Este proceso no debe persistir más de 20 segundos y debe ser contrastada contra un fondo blanco.

- **Cálculo de los resultados**

$$A = \frac{V \times 0,009 \times 100}{N \times d}$$

A = Acidez en gramos de ácido láctico/100g.

V = Volumen en cm^3 de solución 0,1 N de hidróxido de Na gastado.

d = Densidad del lactosuero medida a 15°C.

N = Volumen en cm^3 de muestra tomada.

0,009 = Factor de ácido láctico.

Características microbiológicas del lactosuero y la leche

Mesófilos viables

Método: Recuento en placa de microorganismos aerobios.

Fundamento: La técnica se basa en contar las UFC, el número de colonias que se desarrollan en las placas de agar que han sido previamente inoculadas con cantidades conocidas de alimento diluido e incubadas en condiciones ambientales predeterminadas (DIGESA, 2001).



- **Homogenización del alimento**

En un matraz de vidrio con capacidad de 250 ml. disponemos 90 ml de agua peptonada al 01% como solución reguladora se adicionó 10 ml de muestra, se homogeniza la muestra con la solución obteniendo la dilución 1:10 (10^{-1}).

- **Serie de diluciones**

Se rotuló tres tubos de vidrio tapa rosca para las diluciones siguientes conteniendo cada uno de ellos 9ml de solución reguladora (agua peptonada al 0.1 %), de la primera dilución se tomó 1ml con la pipeta estéril se transfirió al primer tubo, mezclando unas 10 veces aspirando con la pipeta obteniendo la dilución 1:100 (10^{-2}), de la segunda dilución se tomó 1ml y se adicioneo al tubo siguiente, mezclando unas 10 veces aspirando con la pipeta, obteniendo la dilución de 1:1000 (10^{-3}), de la tercera dilución se pipeteo 1ml que se transfirió a otro tubo con solución reguladora, mezclándose aspirando con la pipeta y se obtuvo la dilución de 1: 10000 (10^{-4}) de forma secuencial se obtendrá las diluciones 10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3} , 10^{-4} . Serán la partida para los siguientes métodos de análisis.

- **Recuento en placa de microorganismos aerobios**

Con una pipeta en condiciones estériles se procedió a verter 1ml de la muestra homogenizado de cada una de las diluciones en cada una de las placas estériles que estarán marcadas y rotuladas con las diluciones 10^{-2} , 10^{-3} , 10^{-4} , pipeteamos 15ml de Agar Plate Count Apc licuado a 45°C, previamente autoclavado a 120°C, 15 libras de presión por 15 minutos, en cada uno de las placas se mezcló la dilución de la muestra con agar, se homogenizo y se dejó solidificar.

- **Incubación**

Las placas sembradas con las muestras se encubaron por 48 horas a una temperatura de 37°C. (fig. 4).



- **Recuento de colonias**

Terminado el tiempo de incubación se procedió al conteo de colonias de cada una de las placas correspondientes a las diluciones utilizando el contador de colonias.

- **Cálculos**

El número se multiplicará por la dilución correspondiente de acuerdo a la siguiente formula:

$$\text{Placa } 10^{-2} \text{ N}^\circ \text{ DE COLONIAS} \times 100 = X$$

$$\text{Placa } 10^{-3} \text{ N}^\circ \text{ DE COLONIAS} \times 1000 = X$$

$$\text{Placa } 10^{-4} \text{ N}^\circ \text{ DE COLONIAS} \times 10000 = X$$

$$\sum X/3 = X \text{ UFC/ml}$$

Elaboración del yogurt con sustitución parcial de leche por lactosuero

- **Materia prima:** el lactosuero y la leche se recolecto en tachos lecheros, se filtró con un lienzo para retener las partículas indeseables.

- **Estandarización:** Para realizar la estandarización se mezcló los ingredientes lactosuero, leche, azúcar a las diferentes formulaciones establecidas que son: M1: 70% leche y 30% lactosuero M2: 40% leche y 60% lactosuero M3: 10% leche y 90% lactosuero. Las formulaciones establecidas se muestran en la Tabla 4.

Tabla 4. Formulación utilizada para para cada uno de las concentraciones

INGREDIENTES	FORMULACIONES		
	M1	M2	M3
lactosuero	30%	60%	90%
leche	70%	40%	10%
azúcar	10%	10%	10%

Fuente: Elaboración propia

- **Homogeneización:** Este procedimiento se realizó a las tres diferentes formulaciones, en esta fase se uniformizó la mezcla, logrando que se disuelvan totalmente los insumos,



disolviendo completamente buscamos un mejoramiento de la textura de la mezcla y alistarla para el momento de la pasteurización.

- **Pasteurización:** En este proceso se llevó a una pasteurización VAT o lenta que consiste en elevar la temperatura de la formulación hasta llegar a 63°C por un lapso de 30 minutos, se realizó esto para disminuir la flora microbiana existente en el lactosuero, leche y el azúcar (fig. 6).
- **Enfriamiento post pasteurización:** El proceso de pre enfriamiento consistió en bajar la temperatura inmediatamente hasta conseguir la temperatura necesaria para el desarrollo óptimo de los microorganismos, que es de 40 y 43°C.
- **Inoculación:** En esta etapa realizamos la adición de los cultivos iniciadores de *Streptococcus thermophilus* y *Lactobacillus bulgaricus*, esto se realizó para las tres formulaciones planteadas.
- **Fermentación:** Esta fase se requiere establecer la temperatura constante entre 40 y 43°C y un periodo de duración de 6 horas, el tiempo de fermentación dependerá de la temperatura de incubación, y de la capacidad de los microorganismos de producir ácido láctico y otros compuestos, (fig. 7).
- **Enfriamiento:** Una vez pasado el lapso de 6 horas se consiguió la acidez deseada, el proceso de fermentación se detiene por medio de la disminución de la temperatura a 4°C con el propósito de detener en proceso de la fermentación láctica para evitar que se siga acidificando y estabilizar el yogurt.
- **Almacenamiento:** se realizó utilizando un refrigerador a una temperatura de 5°C para conservar y prevenir que este producto lácteo se contamine.

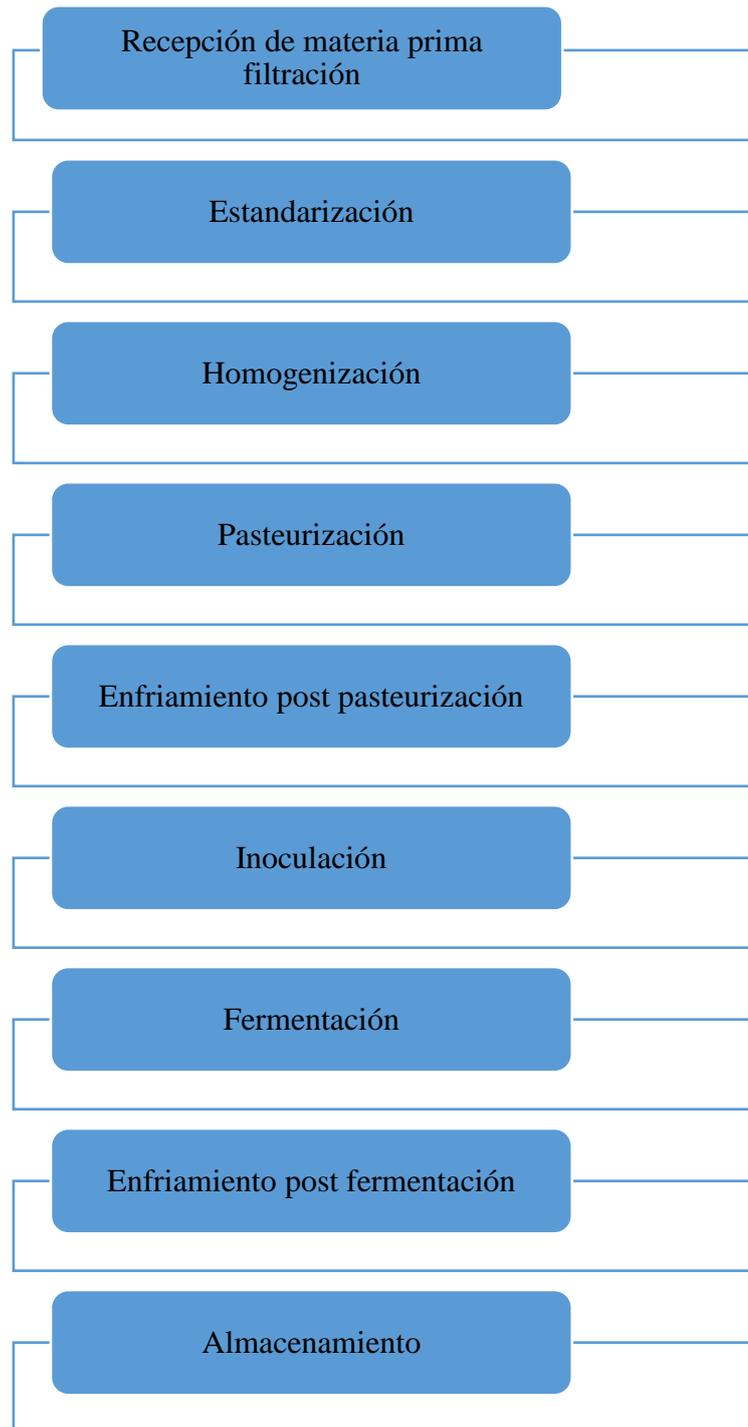


Figura 2. Etapas del proceso de la elaboración del yogurt (Hernández, 2003).

c) Variables

- Variables independientes: yogurt
- Variables dependientes: estándares de calidad



d) Análisis estadísticos

Para determinar las características organolépticas se estableció según los requerimientos organolépticos según la NTP 202.001:2003 de LECHE Y PRODUCTOS LÁCTEOS, leche cruda requisitos, para determinar las características físico químicas se realizó mediante las especificaciones técnicas de NTP 202.001:2003 LECHE Y PRODUCTOS LÁCTEOS, leche cruda requisitos y NTE Suero de leche, requisitos, las características microbiológicas fueron determinadas según la Norma Técnica Sanitaria del Ministerio de Salud que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inóculos R.M. N° 615-2003 SA/DM y el yogurt se estableció siguiendo las etapas del proceso de la producción del yogurt según (Hernández, 2003), en su libro de Microbiología Industrial

3.5.2. Determinación de las características físico químicas y microbiológicas del yogurt con sustitución parcial de leche por lactosuero

a) Diseño de muestreo

La toma de la muestra del yogurt se realizó en el laboratorio de Microbiología de Alimentos de la Facultad de Ciencias Biológicas de la UNA-PUNO, el cual se realizó el mes de noviembre del 2022, siendo de ahí transportadas al Instituto Nacional de Investigación Agraria (INIA), para realizar el respectivo análisis físico químicos y microbiológico del yogurt.

b) Descripción detallada del uso de materiales, equipos, insumos, entre otros.

Análisis físico químico

La determinación el análisis físico químico se realizó según el método de la Norma Técnica Peruana 202.001:2003 y DS N° 007-2017-MINAGRI, 2017



- **La medición del pH**

Fundamento: el principio básico de la medida electrométrica del pH se fundamenta en el registro potenciométrico de la actividad de los iones hidrógeno por el uso de un electrodo de vidrio y un electrodo de referencia, o un electrodo combinado (Zumbado, 2004).

Se calibro el pH-metro con las soluciones tampón de referencia, se empezó primeramente por la de pH 7, seguidamente de cada medición se tiene que lavar siempre el electrodo con agua destilada luego se añade en un Erlenmeyer 50 ml de muestra luego conseguir una adecuada homogeneización, se sumergió el electrodo del pH-metro dentro del prototipo seguidamente se realizó la lectura del valor en el visor.

- **Determinación de densidad**

Fundamento: la densidad es una medida de cuánto material se encuentra comprimido en un espacio determinado, es la cantidad de masa por unidad de volumen (Zumbado, 2004).

Se vertió la muestra en una probeta despacio por las paredes, evitando que produzca espuma hasta un volumen de 250 ml, luego el lactodensímetro descendió lentamente hasta la graduación ideal y luego se soltó para que flotase libremente. La recolección de datos se realizó cuando el lactodensímetro estuvo sin movimiento y se consideró correcto el resultado realizando la lectura por encima del menisco formado por el yogurt. Para realizar la corrección de la medida se tuvo en cuenta lo siguiente: se aumenta 0.0002 por cada grado sobre los 15 °C y se disminuye 0.0002 por cada grado debajo de 15 °C.

- **Prueba de acidez**

Fundamento: la acidez total puede ser medida por titulación con un álcali hasta un punto final que depende del indicador seleccionado y el resultado se puede expresar en términos de un ácido en particular (Zumbado, 2004).



Con una pipeta colocamos 10 cm^3 de muestra en un Erlenmeyer y luego añadimos 6 gotas de solución de fenolftaleína seguidamente realizamos la titulación con la solución de hidróxido de sodio 0,1 N, hasta que torne un color rosa el cual tiene que permanecer un lapso de 10 segundos. Este proceso no debe persistir más de 20 segundos y debe ser contrastada contra un fondo blanco.

Cálculo de los resultados

$$A = \frac{V \times 0,009 \times 100}{N \times d}$$

A = Acidez en gramos de ácido láctico/100g.

V = Volumen en cm^3 de solución 0,1 N de hidróxido de Na gastado.

d = Densidad del lactosuero medida a 15°C .

N = Volumen en cm^3 de muestra tomada.

0,009 = Factor de ácido láctico.

- Determinación de Proteínas

Fundamento: se basa en la conversión del nitrógeno de las proteínas y otras sustancias nitrogenadas a sulfato de amonio por medio de la digestión con ácido sulfúrico en ebullición (Zumbado, 2004).

Primera etapa digestión: realizamos el pesaje de 0.2 g de muestra colocando dentro del tubo de digestión, proseguimos a añadir 1 g de mezcla de catalizador posteriormente añadimos 2.5 ml de ácido sulfúrico concentrado, de ahí colocamos el balón en el digestor de manera que la boca del balón permanezca dentro de la abertura del tubo de plomo, por donde serán removidos los gases producidos durante la ebullición, luego se utilizó el calefactor regulando el calor para que la ebullición sea lenta por un lapso de media hora o más si fuera necesario y en las mismas condiciones se realiza una digestión en blanco (usando solo los reactivos).



Segunda etapa destilación: culminada la digestión se enfrió el balón, añadimos 25 ml de agua desionizada dejamos bajar la temperatura, seguidamente añadimos en un Erlenmeyer ácido bórico al 4 %, y de 3 – 5 gotas de rojo de metilo y verde de bromo cresol, se instaló y quedo en la parte baja del tubo condensador de tal manera que el extremo del tubo de unión quede sumergido en ácido bórico, seguidamente se añadió despacio por las paredes del balón 25 ml de agua ionizada y se puso el balón en el aparato de destilación donde se añadió 25 ml de NaOH al 40 % con la manivela de álcali del aparato en posición correcta, luego se alimentó vapor con la manivela presionando hacia abajo, a los pocos minutos empezó la ebullición y la destilación se destilara por 3 min desde el cambio de color rojo a verde después de 3 min subir la manivela hacia arriba para apagar el vapor se saca el balón y el Erlenmeyer con cuidado.

Tercera etapa titulación: el contenido del Erlenmeyer con una solución de HCl 0.05 N valorado cada ml de esta solución que se gastó en la titulación equivale a 1.4 mg de nitrógeno luego titular la determinación en blanco.

Cálculo de los resultados

$$\% \text{ de N} = \frac{\text{HCl} \times \text{N} \times \text{Meq de N}}{\text{gramos muestra}} \times 100$$

Para determinar la cantidad de la proteína (%) se realiza la multiplicación del producto de esta fórmula por el factor de 6.25.

- Determinación de grasa

Fundamento: consiste en la separación de la materia grasa por disolución en ácido sulfúrico de todos los otros componentes, seguido de centrifugación en tubos especialmente calibrados empleando alcohol amílico que ayuda a romper la emulsión de las grasas (Zumbado, 2004).



La determinación de grasa se realizó a través del método de Gerber, se añadió 10 ml de ácido sulfúrico en un butirómetro, 11 ml de muestra con una pipeta aforada el cual también se añadió 1ml de alcohol amílico, seguidamente se tapó el butirómetro para agitar con cuidado (la temperatura se eleva) posteriormente se sumergió el butirómetro en un baño de agua a 65°C-70°C unos cinco a diez minutos, se retiró del baño con agua y se realizó el centrifugado entre tres y cinco minutos luego se devolvió al baño de agua por unos cinco minutos, para finalizar se tomó la medida del grosor de la capa grasa de la muestra en la parte de arriba del butirómetro que está calibrado, calcular en forma directa el porcentaje de grasa.

- **Determinación de sólidos totales**

Fundamento: se basa en el cálculo del porcentaje en agua por pérdida de peso debido a su eliminación (Zumbado, 2004).

Primero se pesa la capsula de porcelana vacío, después se añade 5 ml el yogurt con la ayuda de una pipeta volumétrica luego se pasa a evaporar en baño de agua hirviendo por un lapso de 10-15 minutos, dejando que el vapor se penetre por debajo de la capsula posteriormente, se colocó en una estufa a 98-100°C para el secado hasta que se logró un peso un peso fijo (por lo general se necesitara de 3 o más horas) después de este proceso se pasa a enfriar en el desecador para finalmente poder pesar considerar el remanente a % y expresar como "sólidos totales".

Cálculo del resultado:

$$\text{Sólidos totales} = (A - B) \times 1000 / \text{Vol (ml)}$$

Dónde: A = Peso del residuo seco más crisol en mg.

B = Peso del crisol en mg.

Vol (ml) = Volumen de Muestra (ml de la muestra).



- **Obtención de cenizas**

Fundamento: se basa en el residuo seco que se obtiene luego de que la muestra del alimento ha sido sometida a elevadas temperaturas de ignición y oxidación (Zumbado, 2004).

Se añadió 2 ml del yogurt con la ayuda de pipeta volumétrica, colocamos en un crisol, luego se llevó a una mufla a 550°C por un periodo de 2 horas, finalmente se enfrió para realizar el pesado del crisol, el resultado se expresa como cenizas: $R1 = (WC1 + R) - WC1$. Y para calcular las Cenizas Totales se realizó con la siguiente fórmula: % Cenizas = $R1 * 100 / WM$

Reportar los resultados de las cenizas totales (minerales totales) en g/100g de muestra

Cálculo de los resultados

$WC1 =$ Peso del crisol

$WC1 + R =$ Peso del crisol más residuo. $R =$ Residuo

$WC1 + WM =$ Peso del crisol más la muestra

$WM =$ Peso de la muestra.

3.5.3. Determinación de las características microbiológicas del yogurt con sustitución parcial de leche por lactosuero

- **Coliformes fecales**

Método: número más probable (NMP) para coliformes fecales

Fundamento: consiste principalmente en determinar la presencia o ausencia sea positiva o negativa de atributos específicos de microorganismos en copias obtenidas por diluciones consecutivas a partir de muestras (DIGESA, 2001)



Homogenización y dilución de la muestra

Se inoculó una serie de tres tubos conteniendo 9ml de caldo lactosado y tubo de Durham invertido con 1ml del yogurt dilución 10^{-1} seguidamente se realizó de la misma forma con las diluciones 10^{-2} , 10^{-3} , al final se inocularán 9 tubos.

Incubación

Se realizó el proceso de incubación de los tubos de ensayo que contiene las diluciones por 48 horas a 37°C .

Test presuntivo

Pasado 24 horas se hizo la lectura inicial, si los tubos resultaron positivos después de las 48 horas se interpretó como lactosa positiva y cuando el cultivo tuvo una coloración amarilla por viraje del indicador además de producción de gas. Sin embargo, si los tubos resultan negativos en un periodo de 72 horas el proceso se consideró finalizado.

Test confirmativo

Con este procedimiento se disminuye los resultados falsos positivos que puedan darse por la actividad metabólica de la bacteria, la formación de gas, el entubamiento y la fermentación dentro del lapso de 24 a 48 horas constituyendo una prueba confirmativa de coliformes, luego los resultados se expresarán en término de número más probable (NMP) de bacterias coliformes posteriormente de los tubos positivos que se seleccionan de cada dilución se obtendrán tres asadas de cultivo y se inocularan en tubos con 10ml de caldo verde brillante bilis lactosado (CVBBL) y tubos Durham invertido luego se incubó por 48 horas a una temperatura de 37°C , transcurrido el plazo estimado se procede a dar lectura tomando en cuenta los tubos con crecimiento y gas positivos, la cifra de tubos positivos se compara con la tabla del número más probable para realizar los cálculos.



- Si los tubos presentan producción de gas y turbidez la prueba se considera positivo.
- Para obtener el NMP de organismos coliformes por ml de la muestra se utilizará la siguiente formula:

$$\frac{NMP \text{ de la tabla}}{100} \times \text{factores de la dilucion intermedio} = NMP/ml$$

- **Determinación de hongos y levaduras**

Fundamento: se basa en inocular una cantidad conocida de muestra, en un medio de cultivo selectivo específico, aprovechando la capacidad de este grupo microbiano de utilizar como nutrientes a los polisacáridos que contiene el medio. Este procedimiento se desarrolla con la finalidad de determinar la presencia de contaminantes en el producto.

Se realizo diluciones de la muestra 1:10, 1:100 y 1:1000 seguidamente se sembró en agar papa dextrosa, colocando 0.1 ml. de la muestra en cada placa, incluyendo una siembra de la muestra sin diluir luego se procedió a incubar las placas a temperatura de 25°C durante 7 días luego de los cuales se observó el crecimiento de colonias típicas de moho.

Los resultados se obtuvieron seleccionando las placas que presentaron entre 10 y 150 colonias. Seguidamente se pasó al conteo de las colonias presentes, para realizar el cálculo que se hizo por separado por separado para el recuento de hongos y levaduras. Esto se consigue multiplicando el número de UFC encontradas en unas placas representativas, por el inverso de la dilución correspondiente a esa placa. Si en las placas encontramos menos de 10 colonias (UFC) de hongos y/o levaduras, se debe asignar el número obtenido de UFC indicando la dilución correspondiente, y si no se encuentra colonias características de hongos y/o levaduras, se reporta como menos de 10 UFC/ml Sensibilidad del Método.



c) Variables

- Variables dependientes: yogurt
- Variables independientes: análisis físico químico y microbiológicos

d) Análisis estadísticos

La determinación de los datos físico químicos y microbiológicos fue no informativa por que estuvo basado en la comparación con los resultados obtenidos según los estándares de calidad del D.S. N° 007-2017-MINAGRI y la NTP 202.001: 2003 de LECHE Y PRODUCTOS LACTEOS. leche cruda y requerimientos establecidos por la Normas Técnicas Sanitarias que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano y D.S. N° 007-2017-MINAGRI.

3.5.4. Evaluación sensorial de las formulaciones del yogurt con sustitución parcial de leche por lactosuero

a) Diseño de muestreo

Para realizar el análisis sensorial se destinó 20ml de yogurt de cada una de las formulaciones a los panelistas anotando en una ficha de evaluación sensorial las escalas de calificaciones.

b) Descripción detallada del uso de materiales, equipos, insumos, entre otros.

Evaluación sensorial del yogurt a base de lactosuero

Fundamento: medir las propiedades sensoriales y determinar la importancia de estas, con el fin de predecir la aceptabilidad del consumidor, (Serna & López, 2010)

Primeramente, se les comunico a las personas de que se trataba las encuestas, se explica de qué manera tienen que evaluar al yogurt en las tres diferentes formulaciones, expresando su determinación marcando una de las categorías en la escala que va desde "me gusta mucho" con un puntaje de 5 hasta "me disgusta mucho" con un puntaje de 1,



en esta escala se puede poner la misma puntuación a más de una muestra. Las muestras se designaron en un mismo envase que estuvo rotulado con un código de M1, M2 y M3.

Variables

- Variables independientes: yogurt (aceptabilidad sensorial)
- Variables dependientes: análisis sensorial (color, olor, sabor y textura).

c) Análisis estadístico

Para el análisis de los datos, se tabularon los resultados numéricos para la formulación M1, M2 y M3 respectivamente, se utilizó análisis de varianza (ANOVA) para establecer si existe diferencia significativa, lo cual se contrastó mediante la prueba de Tukey ($\alpha = 0,05$), así se probará la hipótesis nula (H_0) de que tres o más medias poblacionales son iguales frente a la hipótesis alternativa (H_a) de que al menos una de las medias es diferente.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. ELABORACIÓN DEL YOGURT CON SUSTITUCIÓN PARCIAL DE LECHE POR LACTOSUERO

4.1.1. Características organolépticas del lactosuero y la leche

Tabla 5. Características organolépticas del lactosuero y la leche

atributos	lactosuero		leche	
	Resultados obtenidos	según Guerrero (2011), Soulides (2000), Vega (2012)	Resultados obtenidos	NTP
olor	aceptable	agradable-aceptable	aceptable	exenta de
color	amarillo verdoso	amarillo verdoso	blanquecino	olor, sabor y
sabor	agridulce	débilmente dulce	dulce	consistencias
textura	líquido turbio	Líquido turbio	líquido	extrañas a su naturaleza

Fuente: Elaboración propia

La Tabla 5 muestra los resultados obtenidos, al evaluar las características organolépticas del lactosuero y la leche procedentes de la quesería artesanal del distrito de Huata, determinándose que son equivalentes las características descritas para la leche según NTP 202.001: 2003 de los requisitos organolépticos de la leche cruda y se determinó de la misma manera el lactosuero, siendo equivalente sus características descritas según Guerrero (2011), Soulides (2000), Vega (2012) que determinaron las características organolépticas del lactosuero. Por lo que se determina que el lactosuero y la leche tienen características organolépticas aceptables.

Estos resultados guardan relación con la investigación de Machacuay (2014), que determinó las características organolépticas del suero dulce con atributos de color amarillo verdoso, de sabor agridulce y con apariencia de líquido turbio y para la leche nos indica que tiene atributos de aspecto líquido opaco coloidal, color blanco marfil y con sabor poco acentuado y delicado. También Fernández (2010), en tecnología productiva

en lácteos, nos dice que la leche tiene color semejante a blanco aporcelanada, con una cierta coloración crema según menciona se debe a que es muy rica en grasa y cuando tiene coloración blanca con tono azulado es por baja cantidad grasa, considera que no tiene olor característico, de sabor dulce. De igual manera Soulides (2000), define sus características del lactosuero como un líquido fluido, con una coloración verdoso amarillento, con un aspecto turbio, de sabor fresco, débilmente dulce, de carácter ácido, asimismo se asemeja con Vega (2012), que determino la consistencia líquido turbio, color verdoso amarillento, sabor débilmente dulce y de olor agradable.

4.1.2. Características físico químicas del lactosuero y la leche

Tabla 6. Características físico químicas del lactosuero y la leche

parámetros físico químicos	lactosuero		leche	
	Resultados obtenidos	Según NTE	Resultados obtenidos	DS. N° 007- 2017-MINAGRI
pH	5.8	5.5-4.8	6.5	6.5-6.7
Acidez %	0.235	0.16-0.35	0.149	0.13- 0.17
Densidad g/ml	1.025	-	1.032	1.0296-1.0340

Fuente: Análisis laboratorial en el Instituto Nacional de Investigación Agraria

En la Tabla 6 se muestra los resultados obtenidos de los ensayos físico químicos del lactosuero y la leche, en donde se observa que los valores se encuentran dentro de lo establecido por la NTE Suero de leche líquido y DS. N° 007-2017-MINAGRI reglamento de la leche y productos lácteos respectivamente y que el pH del lactosuero fue ligeramente superior a lo establecido con un valor de 5.8. demostrando que el lactosuero y la leche cumple con el parámetro físico químicos.

Los resultados de Machacuay (2014), en su investigación referente al análisis físico químico del lactosuero y leche se asemejan a esta investigación siendo los resultados del lactosuero de pH 5.55 acidez de 0.248, densidad de 1.026 y para la leche de pH de 6.68, acidez de 0.148, densidad de 1.033, los resultados referentes al lactosuero

de la misma manera Castillo (2013), en su trabajo de investigación donde realizo el análisis químico proximal del lactosuero obtuvo un pH 6.30, acidez 0.105% y densidad de 1.020 sus resultados se asemejan con nuestra investigación, también Vega (2012), realizo evaluación de características fisicoquímicas del suero dulce determino su densidad $1025,0 \text{ kg/m}^3$, pH 5,6 y su acidez de 11°D . Sin embargo, Guzmán (2017), los resultados de su proyecto en composición físico química del lactosuero se asemeja en cuanto a la acidez de 0.24% y difiere con los resultados de esta investigación en cuanto al pH de 6.67.

4.1.3. Características microbiológicas del lactosuero y la leche

Tabla 7. Análisis microbiológicos del lactosuero y la leche

Parámetros microbiológicos	lactosuero	leche	NTS. MINSA/DIGESA-V.01.	
			m	M
Bacterias aerobias mesófilos viables (UFC/ml)	1.5×10^3	1.8×10^3	5×10^5	10^6

Donde: M=mínimo permisible M= máximo permisible

Fuente: Análisis laboratorial en el Instituto Nacional de Investigación Agraria

En la Tabla 7 se presentan los resultados obtenidos del análisis microbiológico del recuento de mesófilos viables para lactosuero y la leche, estos valores están dentro de los parámetros establecidos. siendo los resultados inferiores al valor designado por la Norma Técnica Ecuatoriana de suero de leche líquido y la Norma Técnica Sanitaria del Ministerio de Salud que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inóculos R.M. N° 615-2003 SA/DM. Los resultados han determinado que el lactosuero y la leche son productos aptos para el consumo humano.

Según los análisis microbiológicos realizados por Guzmán (2017), en recuento de microorganismos aerobios mesófilos obtuvo resultados de 58×10^3 (UFC/ml.) podemos observar que están dentro de los parámetros establecidos según las Norma Técnica Sanitaria. Sin embargo, los resultados obtenidos no se asemejan con los resultados

obtenidos por López et al (2018), que analizaron microbiológicamente el lactosuero de tres plantas de queso paipa, sus resultados fueron 11×10^5 , 13×10^5 , 16×10^5 en recuento de aerobios mesófilos (UFC/ml.) por lo que el indica que puede deberse a calidad microbiológica de la materia prima, una mala higiene de los utensilios y del personal, condiciones ambientales inadecuadas entre otros.

4.1.4. Elaboración del yogurt con sustitución parcial de leche por lactosuero

Tabla 8. Composición de insumos e ingredientes en las formulaciones

INGREDIENTES	M1	M2	M3
Lactosuero	1800 ml	3600 ml	5400 ml
Leche	4200 ml	2400 ml	600 ml
azúcar	600g	600g	600g

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 8 se presentan los diferentes porcentajes de lactosuero y de leche, que se utilizaron para establecer las tres formulaciones del proceso de elaboración del yogurt. Para la formulación M1 se designó 30% de lactosuero con 70% leche, la M2 con 40% leche y 60% lactosuero y la M3 con 10% leche y 90% lactosuero, para todas las formulaciones se incrementó 10% de azúcar. Terminando el proceso de elaboración del yogurt, se obtuvo como resultado 6 litros de yogurt con sustitución parcial de leche por lactosuero por cada formulación.

A diferencia de nuestra investigación, Machacuay (2014), utilizó en mayor concentración al lactosuero en sus cuatro tratamientos de 95%, 90%, 85% y 100%, también Videa (2019), propuso elaborar yogurt con 30%, 50%, 70% de lactosuero, así como Gavilanes (2013), desarrollo una bebida láctea fermentada con 50%, 60%, 70% de lactosuero, Londoño (2008), elaboro una bebida fermentada con 100% de lactosuero y añadió 65% de crema de leche. asimismo, los mencionados autores realizaron el proceso

de producción del yogurt con las mismas etapas que se realizó esta investigación, siendo un procedimiento definido.

4.2. DETERMINACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICO QUÍMICAS Y MICROBIOLÓGICAS DEL YOGURT.

4.2.1. Caracterización físico químicas del yogurt

Tabla 9. Parámetros físico químicas y química proximal del yogurt de las formulaciones producidas

Parámetros físico químicos	M1	M2	M3	DS N° 007-2017-MINAGRI
pH	4.58	4.76	4.95	4.6
Acidez (%)	0.645	0.601	0.588	0.6-1.5
Brix	15	14.7	14.8	-
Densidad (g/ml)	1.047	1.040	1.038	-
Solidos totales (%)	25.02	23.15	20.46	8.2 min.
Cenizas (%)	0.54	0.48	0.45	-
Proteínas (%)	3.07	2.81	2.36	2.7 min.
Grasa (%)	1.09	1.15	1.18	0.5-3.0

Fuente: Análisis laboratorial en el Instituto Nacional de Investigación Agraria

En la Tabla 9 se muestra los resultados obtenidos de los ensayos físico químicos del yogurt con sustitución parcial de leche por lactosuero. Los resultados de pH de las formulaciones M2 y M3 está dentro de lo establecido, mientras que el pH de la formulación M1 es ligeramente menor el valor obtenido con pH de 4.58, en la acidez todas las formulaciones cumplen lo establecido, solidos totales todas las formulaciones cumplen con los parámetros, las proteínas solo las formulaciones M1 Y M2 cumple con el reglamento y en grasa todas están dentro de lo establecido. Según los resultados se determinó que la formulación M2 cumple con todas las especificaciones técnicas según el DS. N° 007-2017-MINAGRI reglamento de la leche y productos lácteos. En esta investigación también podemos afirmar que es posible a la elaboración de yogurt con

adición de lactosuero, manteniendo características físico químicas dentro del rango establecido según el D.S. N° 007-2017-MINAGRI.

Los datos recopilados de los ensayos realizados en esta investigación se asemejan a los de Machacuay (2014), en el cual manifiesta que el tratamiento LS3 reporto pH de 4.57, acidez de 0.648 %, Brix de 16, densidad de 1.047, proteínas 4.07 y grasa de 1.09%. Hernández (2009), realizo “yogurt a base de lactosuero” obtuvo la densidad de 1.023g/ml., en cuanto al porcentaje de grasa obtuvo 0.7, asimismo Londoño *et al.*(2008), en su trabajo nos indica que bajo el pH a 3.51 esto en un lapso de 21 días en estado de acopio; también Gavilanes (2018), nos indica que la cantidad de Sólidos Totales fue afectado a causa de mayor cantidad de lactosuero utilizado, por estas razones indica que hubo diferencias entre medias, también menciona que en cuanto a la Cenizas se puede decir que hay diferencias significativas entre promedios esto también a causa de la cantidad de lactosuero adicionado, obteniendo el resultado de 0.78% al utilizar 50% de suero. Marulanda (2012), nos reporta que la análisis físicoquímicas obtuvo para el prototipo 1 el pH de 4.46, densidad de 1.072, proteínas 10.72% y acidez de 0.65%.

4.2.2. Características microbiológicas en las formulaciones del yogurt.

Tabla 10. Análisis microbiológicos del yogurt

parámetros microbiológicos	M1	M2	M3	Limite por ml.	
				m	M
Coliformes totales UFC/ml	Negativo	Negativo	Negativo	10	10 ²
Mohos UFC/ml	Negativo	Negativo	Negativo	10	10 ²
Levaduras UFC/ml	Negativo	Negativo	Negativo	10	10 ²

Donde: M=máximo, m=mínimo

Fuente: análisis laboratorial en el Instituto Nacional de Investigación Agraria

En la Tabla 10 se puede observar los resultados del análisis microbiológico de coliformes fecales, mohos y levaduras del yogurt con sustitución parcial de leche por

lactosuero de las formulaciones M1, M2 y M3, resultaron menores de 10 UFC/ml. dando como resultado el análisis negativo, lo que nos indica la ausencia de coliformes totales, mohos y levaduras según la Norma Técnica Sanitaria del Ministerio de salud que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inóculos R.M. N° 615-2003 SA/DM., los resultados determinaron que la elaboración de yogurt se realizó en forma adecuada cumpliendo con lo establecido por la norma, por todo lo mencionado anteriormente, se puede decir que las tres formulaciones del yogurt están dentro de los parámetros permitido para el consumo humano.

Los resultados obtenidos en esta investigación son similares a los resultados de Marulanda (2012), Williams (2002), Choez (2012), Brito (2015) y Gorostidi (2014), están dentro de las normas técnicas sanitarias establecidas, ellos reportaron ausencia de coliformes totales y mohos y levaduras en sus trabajos de investigación.

El proceso para determinar la calidad del producto es importante, porque está relacionado con la inocuidad y deterioro de los alimentos.

4.3. EVALUACIÓN SENSORIAL DEL YOGURT

Los datos obtenidos en las fichas del análisis sensorial de las tres formulaciones realizados a 20 personas se presentan a continuación.

4.3.1. Análisis sensorial para la variable olor

Tabla 11. Análisis de varianza para variable olor

Fuente de variabilidad	G. L.	S.C.	C.M.	Fc.	Valor de P
Tratamiento	2	0.233	0.116	0.476	0.623
Error	57	13.95	0.244		
Total	59	14.183			

Donde: G.L.= Grados de libertad, S.C.= Sumatoria de cuadrados, C.M.= Cuadrados medios, Fc. =Valor de Fisher calculado.

Fuente: Elaboración propia

Los datos recopilados del análisis sensorial para la variable olor de la formulación M1 fue de 3.7, formulación M2 de 3.6 formulación M3 de 3.5 respecto a la media, siendo el mínimo de 3 y máximo de 4 para las tres formulaciones que está dentro de no me gusta ni me disgusta a me gusta moderadamente y análisis de varianza respecto al olor las formulaciones M1, M2, M3 la Fc. es 0.476 por lo tanto, se acepta la Hipótesis nula de que no hay diferencia significativa en el olor de las tres formulaciones, por lo tanto, el atributo olor para las personas que evaluaron son semejantes, siendo M1 con mayor aceptación con 3.7 de puntuación según la escala planteada de no me gusta ni me disgusta

Los datos recopilados en esta investigación se asemejan a los resultados de Machacuay (2014), porque en su investigación, su evaluación sensorial estadísticamente no encontró diferencia significativa, esto indica que las personas que participaron calificaron estadísticamente parecidos a los prototipos, sin embargo Marulanda (2012), indica que la bebida con baja porcentaje de solidos obtuvo mayores tendencias de aceptación hacia su aroma, también Hernández (2009), en sus evaluaciones sensoriales analizando a las cinco formulaciones que trabajo presento aroma como bueno.

En esta investigación no se pudo encontrar diferencia en el olor esto puede ser debido a que el yogurt no cambia de olor por adicionar o disminuir el lactosuero, solo disminuirá la intensidad olor característico que posee.

4.3.2. Análisis sensorial para la variable color

Tabla 12. Análisis de varianza para variable color

Fuente de variabilidad	de	G. L.	S.C.	C.M.	Fc.	Valor de P
Tratamiento		2	0.433	0.216	0.784	0.461
Error		57	15.75	0.276		
Total		59	16.183			

Donde: G.L.= Grados de libertad, S.C.= Sumatoria de cuadrados, C.M.= Cuadrados medios, Fc. =Valor de Fisher calculado.

Fuente: Elaboración propia



Los resultados del análisis sensorial para la variable color de la formulación M1 fue de 3.7, formulación M2 de 3.65 formulación M3 de 3.5 respecto a la media, siendo el mínimo de 3 y máximo de 5 para los tres formulaciones que está dentro de no me gusta ni me disgusta a me gusta mucho y análisis de varianza respecto al olor las formulaciones M1, M2, M3 la Fc es 0.784, por lo tanto, se acepta la hipótesis nula que no hay diferencia significativa en el color de las tres formulaciones, por lo tanto, el atributo olor para las personas que evaluaron son semejantes, siendo M1 con mayor aceptación con 3.7 de puntuación según la escala planteada de no me gusta ni me disgusta (Tabla 12).

Los datos recopilados en esta investigación se asemejan a los de Sepúlveda (2002), en su investigación nos menciona que no encontró diferencia alguna en sus tratamientos con el estándar referente al color del yogurt con lactosuero, sin embargo encontramos diferencias con Videa (2019), en su trabajo de investigación de yogurt natural a partir de leche con suero lácteo a escala de laboratorio, trabajo con tres formulaciones de 30/70 50/50 y 70/30 de leche/suero en su evaluación sensorial estadísticamente referente al color del yogurt menciona que todos los tratamientos son diferentes significativamente, teniendo mayor aceptación en cuanto al color la formulación 70/30 con 4.3 de puntuación,

En esta investigación no se encontró diferencia significativa en el atributo color, esto puede ser debido a que visualmente se asemejan el color del yogurt sin poder diferenciar las tonalidades del color blanco.

4.3.3. Análisis sensorial para variable sabor

Tabla 13. Análisis de varianza para variable sabor

Fuente de variabilidad	G. L.	S.C.	C.M.	Fc.	Valor de P
Tratamiento	2	10.033	5.016	9.563	0.00026
Error	57	29.90	0.524		
Total	59	39.933			

Donde: G.L.= Grados de libertad, S.C.= Sumatoria de cuadrados, C.M.= Cuadrados medios, Fc. =Valor de Fisher calculado.

Fuente: Elaboración propia

Los resultados del análisis sensorial para la variable sabor de la formulación M1 fue de 3.85, formulación M2 de 3.4 formulación M3 de 2.85 respecto a la media, siendo el mínimo de 2 y máximo de 5 para los tres formulaciones que está dentro de no me gusta ni me disgusta a me gusta mucho y análisis de varianza respecto al olor las formulaciones M1, M2, M3 la Fc es 9.562 por lo tanto, se acepta la Hipótesis alterna que hay diferencia significativa en el sabor de las tres formulaciones, las diferencias referente al sabor son la formulación M1 con M3 y M2 con M3 según la prueba de Tukey, la percepción de las personas que evaluaron el atributo sabor es que las formulaciones son diferentes los sabores del yogurt entre sí (Tabla 13).

Los datos recopilados en esta investigación, estadísticamente son lo contrario a los resultados que obtuvo referente al sabor en sus tratamientos de suero/leche de 95/5%, 90/10%, 85/15% y 100% de suero de Machacuay (2014), que indica no existe deferencia significativa estadísticamente, para los panelistas son semejantes los tratamientos, asimismo, Hernández (2009), en sus evaluaciones sensoriales analizando a las cinco formulaciones que trabajo presento el atributo sabor como bueno.

En esta investigación se encontró diferencia significativa en el atributo sabor en las diferentes formulaciones, esto puede ser, debido al porcentaje de lactosuero utilizado

en su elaboración, entre menor porcentaje de lactosuero en el yogurt, mayor será la intensidad en el sabor característico que tiene.

4.3.4. Análisis sensorial para variable textura

Tabla 14. Análisis de varianza para variable textura

Fuente de variabilidad	G. L.	S.C.	C.M.	Fc.	Valor de P
Tratamiento	2	21.233	10.616	24.254	2.391×10^{-8}
Error	57	24.95	0.437		
Total	59	46.183			

Donde: G.L.= Grados de libertad, S.C.= Sumatoria de cuadrados, C.M.= Cuadrados medios, Fc. =Valor de Fisher calculado.

Fuente: Elaboración propia

Los resultados del análisis sensorial para la variable textura de la formulación M1 fue de 4.5 formulación M2 de 3.2 formulación M3 de 2.6 respecto a la media, siendo el mínimo de 2 y máximo de 5 para los tres formulaciones que está dentro de no me gusta ni me disgusta a me gusta mucho y análisis de varianza respecto a la textura las formulaciones M1, M2, M3 la Fc es 24.254, por lo tanto, se acepta la hipótesis alterna que hay diferencia significativa en la textura de las tres formulaciones, las diferencias referente al textura son la formulación M1 con M2, M1 con M3 y M2 con M3 según la prueba de Tukey, la percepción de las personas que evaluaron el atributo textura son diferentes las texturas del yogurt entre sí (Tabla 14).

Los resultados de esta investigación son diferentes a los obtenidos por Machacuay (2014) que indica que no existe deferencia significativa estadísticamente, los resultados referentes al sabor en sus tratamientos de suero/leche de 95/5%, 90/10%, 85/15% y 100% de suero, sin embargo Leyva (2018), indica que al menos uno de los tratamientos es significativamente diferente que los demás según la percepción de los panelistas, de igual manera Hernández (2009), en sus evaluaciones sensoriales analizando a las cinco formulaciones que trabajo presento el atributo consistencia como bueno y regular.



En esta investigación se encontró diferencia de textura en las diferentes formulaciones esto puede ser debido al porcentaje de lactosuero utilizado en su elaboración, entre menor porcentaje de lactosuero la textura será más densa.

4.3.5. Aceptación sensorial de las formulaciones

Tabla 15. Análisis sensorial del yogurt en las formulaciones en estudio según la media.

FORMULACIONES	ATRIBUTOS			
	OLOR	COLOR	SABOR	TEXTURA
M1	3.70	3.70	3.85	4.50
M2	3.60	3.65	3.40	3.20
M3	3.55	3.50	2.85	2.60

Fuente: Elaboración propia

Los resultados del análisis sensorial indican que la media de la formulación M1 se ubica en primer lugar, seguida de la formulación M2 y por último la formulación M3, (Tabla 15).

Los resultados obtenidos en esta investigación nos indican que, entre menor porcentaje de lactosuero utilizado en la elaboración de yogurt, mayor será la aceptación por los consumidores, debido a que la leche brinda mejores atributos al yogurt.



V. CONCLUSIONES

1. En cuanto a las características organolépticas, físico químicas y microbiológicas del lactosuero y la leche estuvieron dentro de los parámetros establecidos por la DS. N° 007-2017-MINAGRI y la NTE suero de leche líquido, se estableció tres formulaciones M1(70% de lactosuero y 30% de leche), M2 (40%-60%), M3 (70%-30) respectivamente y se elaboró 6 litros de yogurt por cada formulación.
2. Concerniente al análisis físico químicos al yogurt determino que la formulación M2 (40%-60%), tiene valores óptimos de pH 4.76, acidez 0.601, brix 14.7, densidad 1040, solidos totales 23.15, proteínas 2.81, grasa 1.15 según DS. N° 007-2017-MINAGRI, en comparación de las formulaciones M1 y M3 y las microbiológicas fueron negativas para las tres formulaciones según las NTS del Ministerio de salud que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inóculos R.M. N° 615-2003 SA/DM.
3. Sensorialmente se determinó que no hay diferencia significativa para el atributo olor y color, sin embargo, respecto al atributo color se encontró diferencia significativa entre M2 y M3, la textura presenta diferencia significativa entre M1, M2 y M3 según el diseño estadístico DCA y la prueba Tukey.



VI. RECOMENDACIONES

1. Continuar con estudios considerando evaluaciones que incluyan tiempo de estabilidad y temperatura aptas para el consumo humano.
2. Realizar evaluaciones fisicoquímicas por zonas geográficas. y tener una mayor información en la calidad de yogurt.
3. Continuar con trabajos de elaboración de yogurt con sustitución de lache por lactosuero agregando sabores que incrementen un mayor nivel de aceptabilidad.



VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agudelo Gómez, D. A., & Bedoya Mejía, O. (2005). Composición nutricional de la leche de ganado vacuno. *Revista Lasallista de Investigación*, 2(1), 38-24. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/695/69520107.pdf>
- Alais, C. (2003). *Ciencia de la leche; principios de la técnica lechera* (4ta ed.). Barcelona España: Reverte.
- Álvarez Mira , M. (2013). *Caracterización fisicoquímica de los diferentes tipos lacto 1174 sueros producidos en la corporativa Colanta LTDA*. Tesis de grado Corporación 1175 Universitaria Lasallista. Obtenido de <http://hdl.handle.net/10567/1036>
- Araujo Guerra, Á. V., Monsalve Castro, L., & Quintero Tovar, A. (2013). Aprovechamiento del lactosuero como fuente de energía nutricional para minimizar el problema de contaminación ambiental. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental (RIAA)*, 4(2), 55-65. Obtenido de <https://doi.org/10.22490/21456453.992>
- Brito, H., Santillán, A., Arteaga, M., Ramos, E., Villalón, P., & Rincon, A. (2015). Aprovechamiento del suero de leche como bebida energizante para minimizar el impacto ambiental. *Revista European Scientific Journal*, 11(26), 257-26. Obtenido de <https://ejournal.org/index.php/esj/article/view/6245>
- Castillo Yauri, C. N. (2013). Determinación de parámetros óptimos para la elaboración de una bebida nutricional a base de lactosuero, maca (*Lepidium peruvianum Chacón*) y chicuro (*Stangea rizophanta*). *Tesis de grado Universidad Nacional del centro del Perú*. Obtenido de <http://hdl.handle.net/20.500.12894/3059>
- Choez Alcívar, J., & Fernanda Morales, M. (2010). Elaboración de una bebida hidratante a base de lactosuero y enriquecidas con vitaminas. *Tesis de grado Escuela*



- Superior Politécnica del Litoral, Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción, Guayaquil-Ecuador.* Obtenido de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/3838>
- Codex Alimentarius. (2003). Norma del codex para leches fermentadas Codex Standard 243-2003. Obtenido de <https://cofemersimir.gob.mx/expediente/8257/mir/19549/anexo/672725>
- DIGESA. (2001). *Manual de analisis Microbiologicos de Alimentos*. Lima: Ministerio de salud-DIGESA.
- DS N° 007-2017-MINAGRI. (2017). Decreto Supremo que aprueba el Reglamento de la Leche y Productos Lácteos. N° 007-2017-MINAGRI. Obtenido de <https://www.midagri.gob.pe/portal/decreto-supremo/ds-2017/19598-decreto-supremo-n-007-2017-minagri>
- Endara Figueroa, F. A. (s.f.). Elaboración de una bebida a partir del suero de queso y leche. *Tesis de grado. Universidad Zamorano* .
- Franchi, O. (2010). Suero de leche propiedades y usos, innovación en la industria láctea.
- Gavilanez López, P. I., Zambrano Zambrano, A., Romero Rosado, C., & Moro Peña, A. (2018). Evaluación de una bebida láctea fermentada noval a base de lactosuero y harina de camote. *Revista de las agrociencias*, 19, 47-60. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6544945>
- González Saltos, J. M. (2012). Elaboración y Evaluación Nutricional de una Bebida Proteica a Base de Lactosuero y Chocho (*Lupinus mutabilis*) como Suplemento Alimenticio. *Tesis de grado. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Ribamba-Ecuador.* Obtenido de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/1592>



- Guzmán Estremadoyro, L. J., & Mejía Munive, ., (2017). Elaboración de una bebida hidratante saborizada a base de lactosuero bovino en la Región Junín. *Tesis de grado Universidad Nacional del centro del Perú*. Obtenido de <http://hdl.handle.net/20.500.12894/4782>
- Hernández Bautista, M. (2009). Yogurt a base de lactosuero. *Tesis de grado. Universidad Tecnológica de la Huasteca Hidalguense*. Obtenido de <https://silo.tips/download/tecnologia-de-alimentos-yogurt-a-base-de-lactosuero>
- Hernández Peñaranda, A. (2003). *Microbiología Industrial*. Costa Rica: EUNED.
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Bautista Lucio, P. (2014). *Metodología de la investigación* (6 ed.). Mexico: McGraw-Hill.
- Hui, Y. (1993). *Manual de ciencia y tecnología láctea 1. Principios y propiedades* (Vol. 1). Nueva York: VCH Published.
- Laura Chauca, E. (2017). *Métodos de análisis microbiológicos de los alimentos. MAYVAR* (Primera ed.). PUNO-PERÚ: MAYVAR Editores .
- Londoño Uribe, M. M., Sepúlveda Valencia, J., Hernández Monzón, A., & Parra Suescún, J. (2008). Bebidas fermentadas de suero de queso fresco inoculada con lactobacillus casei. . *Revista Facultad Nacional De Agronomía-Medellín*, 61, 4409-4421. Obtenido de <https://revistas.unal.edu.co/index.php/refame/article/view/24741>
- López Barreto, R. E., Becerra Jiménez, M., & Borrás Sandoval, L. (2018). Caracterización físico-química y microbiológica del lactosuero del queso paipa. *Revista Ciencia y agricultura*, 15, 99-106. Obtenido de <http://repositorio.uptc.edu.co/handle/001/2292>
- Machacuay Córdova, S. M. (2014). Determinación de las características microbiológicas, fisicoquímicas y sensoriales de una bebida fermentada probiotica a partir de



- lactosuero. *Tesis de grado. Universidad Nacional del centro del Perú*. Obtenido de <http://hdl.handle.net/20.500.12894/3063>
- Mahaut, M., Jeantet, R., Brulé, G., & Schuck, P. (2004). *“Productos Lácteos Industriales”*. Zaragoza España.: Acribia S.A.
- Martínez Rodríguez, A. P., Denise De Paula, C., & Simanca Sotelo, M. (2013). Bebida láctea fermentada a partir de suero de quesería con adición de pulpa de maracuyá. *Revista Técnica de la Facultad de Ingeniería Universidad del Zulia*, 36(3), 203-209. Obtenido de http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0254-07702013000300002
- Marulanda Olier, M. L. (2012). Elaboración y evaluación de una bebida tipo yogurt a base de lactosuero dulce fermentada con estreptococcus salivarius ssp. Thermofilus y lactobacillus casei ssp. Casei. *Informe final de grado, Universidad de Cartagena*. Obtenido de <http://repositorio.unicartagena.edu.co/bitstream/11227/371/1/INFORME%20FINAL.pdf>.
- Motta Correa, Y. O., & Mosqueda M, W. (2015). Aprovechamiento del lactosuero y sus componentes como materia prima. *revista Ciencia y tecnología de los alimentos*, 13(1), 81-91. Obtenido de https://revistas.unipamplona.edu.co/ojs_viceinves/index.php/ALIMEN/article/viewFile/1634/839
- Mazzeo Meneses, M., Castaño Vélez, A. P., Jaramillo González, A., Díaz Arango, F., León Agatón, L., & Pérez Barrera, L. (2007). Desarrollo de procesos productivos de quesos madurados en tres municipios del departamento de Caldas. *Revista: Ingeniería e investigación Universidad Nacional de Colombia*, 29(3). Obtenido



de http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-56092009000300007

Moya Mora, A. (2002). Aprovechamiento de lactosueros por fermentación. Producción de ácido L-láctico. *Tesis doctoral universidad de Castilla La Mancha*. Obtenido de <http://books.google.com/books?id=aC4oW2y6zG0C&printsec=frontcover&sour>

Muñi, A., Páez, G., Faría, J., Ferrer, J., & Ramones, E. (4 de agosto de 2005). Eficiencia de un sistema de ultrafiltración/nanofiltración tangencial en serie para el fraccionamiento y concentración del lactosuero. *revista científica*, XV(4), 361-367. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/959/95915410.pdf>

NTP. (2003). Normas Técnicas Peruanas (202.001.2003), LECHE Y PRODUCTOS LÁCTEOS. Leche cruda requisitos.

NTS. (2003). Norma Sanitaria que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano. *Proyecto de actualización de la RM N° 615-2003 SA/DM*. Obtenido de http://www.digesa.minsa.gob.pe/norma_consulta/Proy_RM615-2003.pdf

Panesar Parmjit, S., Páez, G., Araujo, k., Rincón, M., Ojeda, G., Jiménez, E., & Mármol, Z. (2007). Bioutilisation of whey for lactic acid production. *revista Food Chemistry*, 105(1), 1-14. Obtenido de <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2007.03.035>

Parra Huertas, R. A. (2009). Lactosuero: importancia en la industria de alimentos. *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín*, 62(1), 4967-4982. Obtenido de <https://revistas.unal.edu.co/index.php/refame/article/view/24892>



- Parra Huertas, R. A. (2010). Bacterias ácido lácticas: Papel funcional en los alimentos .
Revista facultad de ciencias agropecuarias, 8, 93-105. Obtenido de
<https://revistas.unicauca.edu.co/index.php/biotecnologia/article/view/724>
- Ramírez Navas, J. S. (2012). Aprovechamiento industrial de lactosuero mediante procesos de fermentativos. *Revista especializada en ingeniería de procesos en alimentos y biomateriales*, 6, 69-83. Obtenido de
<https://enermaps.openaire.eu/search/publication?pid=10.22490%2F25394088.1100>
- Rodríguez Basantes, A. I., Abad Basantes, Cristian Augusto, Pérez Martínez, A., & Diéguez Santana, K. (2020). Elaboración de una bebida a base de suero lácteo y pulpa de *Theobroma grandiflorum*. *Revista Bio.Agro Popayán* , 18(2). Obtenido de [https://doi.org/10.18684/BSAA\(18\)166-175](https://doi.org/10.18684/BSAA(18)166-175)
- Romero Frías, G. M., & Fajardo Campaña, Michael Iván. (2016). Uso de suero para la obtención de bebida láctea fermentada. *Tesis de grado. Escuela Superior del litoral Guayaquil-Ecuador*. Obtenido de <http://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/32363>
- Ruiz Rivera, J. A., & Ramirez Matheus, A. o. (2009). Elaboración de yogurt con probióticos (*Bifidobacterium* spp. y *Lactobacillus acidophilus*) e inulina. *Rev. Fac. Agron. (LUZ)*, 26(2), 223-242. Obtenido de <http://hdl.handle.net/10872/3174>
- Sánchez Sánchez, G. L., Gil Garzón, M., Gil Garzón, M., Giraldo Rojas, F., Millán Cardona, L., & Villada Ramírez, M. (2009). Aprovechamiento del suero lácteo de una empresa del norte antioqueño mediante microorganismos eficientes. *Revista Producción + Limpia*, 4(2). Obtenido de <http://hdl.handle.net/10567/551>



- Sancho Valle, Bota prieto, E., & Castro Martin, J. (2002). *Introducción al análisis sensorial de los alimentos*. Edicions Universitat de Barcelona-Alfaomega.
- Sepúlveda Valencia, J. U., Flórez Flórez, , L., & Peña Álvarez, , C. (2002). Utilización de lactosuero de queso fresco en la elaboración de una bebida fermentada con adición de pulpa maracuyá (*passiflora edulis*) variedad púrpura y carbóximetil celulosa (cmc), enriquecida con vitaminas a y d. *Revistas electrónicas UN Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín.* , 1633-1674. Obtenido de <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/36766>
- Serrano Guzman, C. A., & Armijos Feijoo, S. (2011). Elaboración de una bebida láctea a partir del suero de queso y leche descremada. *Tesis de grado. Universidad Técnica de Machala.* Obtenido de <http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/1559>
- Soulides, A. (2000). *Mejor Aprovechamiento de la Leche*. Washintong USA: FAO.
- Starr, C., Taggart, R., Evers, C., & starr, L. (2004). *Biología la unidad de la vida* (13 ed.). Mexico: Cengage Learning editores S.A.
- Valencia Denicia, E., & Ramírez Castillo, María Leticia. (2009). La industria de la leche y la contaminación del agua. *Revista Elementos: Ciencia y cultura.,* 16(73), 27-31. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/294/29411996004.pdf>
- Vega Montero, G. S. (2012). Elaboración y control de calidad de una bebida a base de suero de leche y avena (*Avena sativa*) para PRODUCCOOP el Salinerito. *Tesis de grado. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.* Obtenido de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/2600>
- Vega Montero, G. S. (s.f.). Elaboración y control de calidad de una bebida a base de suero de leche y avena (*Avena sativa*) para PRODUCCOOP el Salinerito. *Tesis de grado.*



Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Obtenido de
<http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/2600>

Videa Bustillo, M., & Videa Zelaya, M. V. (2019). yogurt natural a partir de leche con suero lacteo a escala de laboratorio. *revista científica y tecnologica el higo.* Obtenido de <https://www.lamjol.info/index.php/elhigo/article/view/8997>

Williams Mena, P. (2002). Formulación y elaboración de dos bebidas refrescantes con base en suero dulce de queso fresco y sabores de frutas. *Tesis de grado. Universidad Zamorano-Honduras.* Obtenido de <https://bdigital.zamorano.edu/items/84bd3e23-c02c-4ae6-942f-b30f5a5622b9>

Zabala Pope, J. M. (2005). *ASPECTOS NUTRICIONALES Y TECNOLÓGICOS DE LA LECHE.* Pj. Zela S/n Jesús María Telf. 433 2899 Dirección General De Producción Agraria.

Zumbado Fernández, H. (2004). *Análisis Químicos de los Alimentos Métodos Clásicos.* La Habana: Instituto de Farmacia y Alimentos.

ANEXOS

Galería de fotos



Figura 3. Contaminación de áreas de cultivo



Figura 4. Elaboración del queso, en su primera cuajada



Figura 5. Figura análisis microbiológico y físico químico del lactosuero y la leche



Figura 6. Proceso de la elaboración del yogurt.



Figura 7. Envasado del yogur para el proceso de fermentación.



Figura 8. Envasado del yogurt para el análisis microbiológico y físico químico.



Figura 9. Yogurt textura final de las formulaciones M1, M2 Y M3.



Resultados de los análisis de lactosuero, leche y yogurt emitido por INIA.



PERÚ Ministerio
de Desarrollo Agrario
y Riego



Instituto Nacional de Innovación Agraria

2

CERTIFICADO DE ANALISIS FISICO QUIMICO N° 236 NCQ/22

SOLICITANTE : NANCY CUSILAYME QUISPE
TITULO DE TESIS : PRODUCCION DE YOGURT CON SUSTITUCION PARCIAL DE
LECHE POR LACTOSUERO.
PRODUCTO : -LACTOSUERO
-LECHE
PROCEDENCIA : FACULTAD DE CIENCIAS BIOLOGICAS
UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
ANALISIS SOLICITADO : -FISICO QUIMICO
-MICROBIOLOGICO
FECHA DE RECEPCION : 05-12-2022
FECHA DE ENSAYO : 05-12-2022
FECHA DE EMISION : 12-12-2022

RESULTADOS:

De acuerdo al Informe de los Análisis de Laboratorio que obra en los archivos los resultados son:

CARACTERISTICAS FISICO QUIMICAS:

ENSAYOS FISICO QUIMICOS	LACTOSUERO	LECHE
pH	5.8	6.5
ACIDEZ % (Exp. En ácido láctico)	0.235	0.149
DENSIDAD g/ml	1025	1032

RESULTADOS DEL ANALISIS MICROBIOLOGICO:

ENSAYOS MICROBIOLOGICOS	LACTOSUERO	LECHE
Recuento de mesófilos aerobios UFC/ml	1.5x10 ³	1.8x10 ³

CONCLUSION:

La muestra analizada se encuentra dentro de los límites establecidos según, (*) R.M. N° 591-2008 MINSA (*) R.M. N° 591-2008-MINSA "Norma Sanitaria que Establece los Criterios Microbiológicos de Calidad Sanitaria e Inocuidad para los Alimentos y Bebidas de Consumo Humano". Por lo tanto, es APTO para el consumo humano.

- Los resultados Físico Químico y Microbiológicos están **conformes**.

Puno, 12 de diciembre del 2022



INIA
ESTACIÓN EXPERIMENTAL ILLPA - PUNO

Jorge Canarina Rojas
Jefe Laboratorio Análisis
SALCEDO

www.inia.gob.pe

Rinconada de Salcedo s/n
Puno. Puno. Perú
T: (051) 363-812



2

CERTIFICADO DE ANALISIS FISICO QUIMICO N° 235 NCQ/22

SOLICITANTE : NANCY CUSILAYME QUISPE
TITULO DE TESIS : PRODUCCION DE YOGURT CON SUSTITUCION PARCIAL DE LECHE POR LACTOSUERO.
PRODUCTO : -M1 YOGURT CON LACTOSUERO (leche 70% y lactosuero 30%)
-M2 YOGURT CON LACTOSUERO (leche 40% y lactosuero 60%)
-M3 YOGURT CON LACTOSUERO (leche 10% y lactosuero 90%)
PROCEDENCIA : FACULTAD DE CIENCIAS BIOLOGICAS
UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
ANALISIS SOLICITADO : -FISICO QUIMICO
-MICROBIOLOGICO
FECHA DE RECEPCION : 05-12-2022
FECHA DE ENSAYO : 05-12-2022
FECHA DE EMISION : 12-12-2022

RESULTADOS:

De acuerdo al Informe de los Análisis de Laboratorio que obra en los archivos los resultados son:

CARACTERISTICAS FISICO QUIMICAS:

ENSAYOS	M1	M2	M3
Ph	4.58	4.76	4.95
ACIDEZ % (Exp. En ácido láctico)	0.648	0.601	0.588
°BRIX	15.0	14.7	14.8
DENSIDAD g/ml	1047	1040	1038
GRASA %	1.09	1.15	1.18
PROTEINA %	3.07	2.81	2.36
CENIZA %	0.54	0.48	0.45
SOLIDOS TOTALES %	25.02	23.15	20.46

RESULTADOS DEL ANALISIS MICROBIOLOGICO:

ENSAYOS MICROBIOLOGICOS	M1	M2	M3
Coliformes totales UFC/ml	NEGATIVO	NEGATIVO	NEGATIVO
Mohos UFC/ml	NEGATIVO	NEGATIVO	NEGATIVO
Levaduras UFC/ml	NEGATIVO	NEGATIVO	NEGATIVO

CONCLUSION:

La muestra analizada se encuentra dentro de los límites establecidos según, (*) R.M.N° 591-2008 MINSa (*) R.M. N° 591-2008-MINSa "Norma Sanitaria que Establece los Criterios Microbiológicos de Calidad Sanitaria e Inocuidad para los Alimentos y Bebidas de Consumo Humano". Por lo tanto, es APTO para el consumo humano.

- Los resultados Físico Químico y Microbiológicos están **conformes**.

Puno, 12 de diciembre del 2022



www.inia.gob.pe

Rinconada de Salcedo s/n
Puno. Puno. Perú
T: (051) 363-812



Resultados de los panelistas de las fichas hedónicas

ATRIBUTOS EVALUADOS																
PANELISTAS	OLOR				COLOR				SABOR				TEXTURA			
	TRATAMIENTOS			TOTAL												
	M1	M2	M3		M1	M2	M3		M1	M2	M3		M1	M2	M3	
1	3	4	4	11	3	3	4	10	4	3	2	9	4	3	2	9
2	4	4	4	12	4	3	3	10	3	3	3	9	3	2	2	7
3	4	4	4	13	4	4	4	12	5	4	3	12	5	3	3	11
4	3	3	3	9	3	4	3	10	4	4	3	11	4	3	3	10
5	4	4	3	11	4	3	3	10	4	3	3	10	5	4	3	12
6	4	3	3	10	4	3	4	11	3	3	4	10	4	3	2	9
7	3	3	3	9	3	4	4	11	3	4	4	11	4	3	2	9
8	4	3	4	11	4	3	4	11	4	3	2	9	3	2	2	7
9	4	4	4	12	4	4	4	10	5	4	2	11	5	4	3	12
10	4	4	4	12	4	4	3	11	4	4	3	11	4	4	3	11
11	3	3	4	8	3	4	3	10	4	4	3	11	4	3	3	10
12	3	3	3	9	3	4	3	10	5	4	3	12	5	4	3	12
13	4	4	4	11	4	4	4	12	3	2	2	7	4	3	2	9
14	4	3	3	10	4	3	4	11	4	3	2	9	3	3	3	9
15	4	4	4	13	4	5	4	13	2	2	2	6	4	3	2	9
16	4	4	4	12	4	4	3	11	5	4	3	12	4	3	2	9
17	4	4	4	12	4	4	3	11	4	4	3	11	3	2	2	7
18	4	4	3	11	4	3	3	10	3	3	3	9	5	4	3	12
19	3	4	3	10	3	3	3	9	4	3	3	10	4	4	3	11
20	4	3	3	10	4	4	4	12	4	4	4	12	4	4	4	12
TOTAL	74	72	71	216	74	73	70	215	77	68	57	202	81	64	52	197
PROM.	3.7	3.6	3.5	10.8	3.7	3.6	3.5	10.7	3.8	3.4	2.8	10.1	4.5	3.2	2.6	9.85



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO – PUNO
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS
ESCUELA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA**

Nombre:.....

Fecha:.....

INSTRUCCIONES

Frente a usted se presentan tres muestras de yogurt. Por favor observe y pruebe cada una de ellas yendo de izquierda a derecha. Indique el grado en que le gusta o le disgusta cada atributo de cada muestra de acuerdo al puntaje/categoría escribiendo en número correspondiente en la línea del código de la muestra.

Puntaje	categoría			
1	Me disgusta mucho			
2	Me disgusta moderadamente			
3	No me gusta ni me disgusta			
4	Me gusta moderadamente			
5	Me gusta mucho			
CODIGO	calificación para cada atributo			
	OLOR	COLOR	SABOR	TEXTURA
M1				
M2				
M3				

Prueba de Tukey (Diferencia Honestamente Significativa, DHS)

Esta prueba está diseñada para comparar todas las parejas posibles de medias, manteniendo a α , el error tipo I para todo el conjunto completo de comparaciones. El método se basa en utilizar el cuadrado medio del error, que se obtiene de un ANVA, para calcular un valor de referencia, ω , que se compara con las diferencias de cada par de medias, si el resultado es mayor que ω se asumen medias diferentes, en caso contrario se consideran semejantes o estadísticamente iguales.

La fórmula de cálculo es:

$$\omega = q_{\alpha}(k, v) \sqrt{\frac{CM_E}{n_g}}$$

Donde:

k = número de tratamientos o niveles

v = grados de libertad asociados al CME, con v = N - k

ng = número de observaciones en cada uno de los k niveles

α = nivel de significancia

$q_{\alpha}(k, v)$ = valor de tablas de Tukey

Análisis de varianza para variable sabor

Variabilidad	G. l.	S.C.	C.M.	Fc	Valor de P
Tratamiento	2	10.033	5.016	9.563	0.00026
Error	57	29.90	0.524		
Total	59	39.933			

$$\omega = q_{\alpha}(3,399) \sqrt{\frac{0.5245}{20}} = 0.546$$



	M1	M2	M3
M1		0.45	1.00
M2			0.55
M3			

M1-M2= No hay diferencia

M1-M3= Si hay diferencia

M2-M3= Si hay diferencia

Análisis de varianza para variable textura.

Variabilidad	G. l.	S.C.	C.M.	Fc	Valor de P
Tratamiento	2	21.233	10.616	24.254	2.391
Error	57	24.95	0.437		
Total	59	46.183			

$$\omega = q_{\alpha}(3,399) \sqrt{\frac{0.4377}{20}} = 0.497$$

	M1	M2	M3
M1		1.3	1.9
M2			0.6
M3			

M1-M2= Si hay diferencia

M1-M3= Si hay diferencia

M2-M3= Si hay diferencia



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS
LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA DE ALIMENTOS



CONSTANCIA

LA JEFA DEL LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA DE ALIMENTOS DE LA FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO (UNA) PUNO

HACE CONSTAR:

que la Srta. bachiller **NANCY CUSILAYME QUISPE**, egresada de la facultad de Ciencias Biológicas, Especialidad Microbiología y Laboratorio Clínico ha realizado su trabajo de investigación motivo de tesis, intitulado **PRODUCCIÓN DE YOGURT CON SUSTITUCIÓN PARCIAL DE LECHE POR LACTOSUERO**, ejecutando la elaboración del yogurt a partir de noviembre a enero del 2023 desempeñando con responsabilidad dedicación y puntualidad.

se expide el presente a solicitud del interesado para los fines convenientes.

Puno 06 de febrero, del 2023


JEFE DE LABORATORIO
LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA DE ALIMENTOS
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS
U.N.A. - PUNO



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

Por el presente documento, Yo NANCY CUSIZAYME QUISPE
identificado con DNI 43933473 en mi condición de egresado de:

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

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

“ PRODUCCIÓN DE YOGURT CON SUSTITUCIÓN PARCIAL DE
LECHE POR LACTOSUERO ”

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 04 de Setiembre del 20 23

FIRMA (obligatoria)



Huella



DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD DE TESIS

Por el presente documento, Yo NANCY CUSILAYNE GUISPE,
identificado con DNI 43933473 en mi condición de egresado de:

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

BIOLOGIA

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

“PRODUCCIÓN DE YOGURT CON SUSTITUCIÓN PARCIAL DE
LECHE POR LACTOSUERO”

Es un tema original.

Declaro que el presente trabajo de tesis es elaborado por mi persona y **no existe plagio/copia** 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 alcancen del Código Civil y Normas Legales conexas por el incumplimiento del presente compromiso

Puno 04 de setiembre del 2023

FIRMA (obligatoria)



Huella