

**ELABORACIÓN DE UNA BEBIDA LÁCTEA NUTRACEÚTICA CON INCLUSIÓN
DE TRES NIVELES DE CARRAGENINAS KAPPA II, EN TRES
CONCENTRACIONES DE LACTOSUERO Y ADICIÓN DE PULPA DE MANGO**

**JAVIER CEBALLOS ROSERO
CAMILO ANDRÉS MÁRMOL CABRERA**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
PROGRAMA DE ZOOTECNIA
SAN JUAN DE PASTO
2016**

**ELABORACIÓN DE UNA BEBIDA LÁCTEA NUTRACEÚTICA CON INCLUSIÓN
DE TRES NIVELES DE CARRAGENINAS KAPPA II, EN TRES
CONCENTRACIONES DE LACTOSUERO Y ADICIÓN DE PULPA DE MANGO**

**JAVIER CEBALLOS ROSERO
CAMILO ANDRÉS MÁRMOL CABRERA**

**Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar al título de
Zootecnista**

**Director
HENRY JURADO GAMEZ
Zoot., Esp., M.Sc., Ph.D.**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
PROGRAMA DE ZOOTECNIA
SAN JUAN DE PASTO
2016**

**“Las ideas y conclusiones aportadas en la tesis de grado son
responsabilidad exclusiva de los autores”.**

**Artículo 1º del acuerdo N° 324 de octubre 11 de 1966 emanado del Honorable
Consejo Directivo de la Universidad de Nariño.**

Nota de aceptación:

HENRY JURADO GAMEZ. Zoot., Esp., M.Sc., Ph.D.
Director

EFRÉN GUILLERMO INSUASTY SANTACRUZ. Zoot., Esp., M.Sc.
Jurado delegado

DIEGO FERNANDO MEJÍA ESPAÑA. I., M.Sc.
Jurado

San Juan de Pasto, Febrero del 2016.

AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan sus agradecimientos a:

HENRY JURADO GAMEZ	Zoot., Esp., M.Sc., Ph.D.
EFRÉN INSUASTY SANTACRUZ	Zoot., Esp., M.Sc.
DIEGO FERNANDO MEJÍA ESPAÑA	Ing. Agroindustrial, M.Sc.
LUIS ALFONSO SOLARTE PORTILLA	Zoot. Esp.
SANDRA ESPINOSA NARVÁEZ	Ing. en Producción Acuícola, Esp.
OSWALDO OSORIO MORA	Ing. Agroindustrial, Ph.D.
RENATO PANTOJA GUERRERO	Ing. Químico.

A la Facultad de Ciencias Pecuarias, Programa de Zootecnia de la Universidad de Nariño.

Todas aquellas personas que de una u otra forma contribuyeron a la culminación de este trabajo.

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN.....	20
1. DEFINICIÓN Y DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA	22
2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	23
3. OBJETIVOS	25
3.1 OBJETIVO GENERAL.....	25
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	25
4. MARCO TEÓRICO	26
4.1 LA LECHE	26
4.1.1 Composición de la Leche.....	26
4.1.1.1 Agua	27
4.1.1.2 Lactosa.....	28
4.1.1.3 Grasa.....	28
4.1.1.4 Proteínas	29
4.1.1.5 Vitaminas	30
4.1.1.6 Minerales	30
4.1.1.7 Enzimas	31
4.1.2 Producción de leche	32
4.2 EL LACTOSUERO.....	33
4.2.1 Componentes del lactosuero	34
4.2.1.1 Proteínas.....	34
4.2.1.2 Lactosa.....	35
4.2.1.3 Agua.....	36
4.2.1.4 Minerales.....	36
4.2.2 Usos del lactosuero	36
4.2.3 Características del lactosuero	37
4.2.4 Beneficios del lactosuero	38
4.3 LA CARRAGENINA	38
4.3.1 Propiedades de las carrageninas.....	39
4.3.1.1 Viscosidad	40

4.3.1.2 Gelificación	40
4.3.1.3 Estabilidad	40
4.3.2 Tipos de carrageninas	41
4.3.2.1 Kappa I	41
4.3.2.2 Iota.....	41
4.3.2.3 Lambda.....	42
4.3.2.4 Kappa II	42
4.3.3 Interacción de las carrageninas con el sistema lácteo	42
4.3.4 Aplicaciones de las carrageninas.....	43
4.3.4.1 Lácteos	43
4.3.4.2 Confitería	43
4.3.4.3 Cárnicos	43
4.3.4.4 Bebidas.....	43
4.3.4.5 Panificación	43
4.3.5 Carragenina como aditivo.	43
4.4 EL MANGO (<i>Mangifera indica</i>)	43
4.4.1 Composición nutricional y funcionalidad del mango.....	45
4.4.2 Valor funcional del mango.....	46
4.4.3 Proceso de obtención de la pulpa de mango.	46
4.4.3.1 Lavado.....	46
4.4.3.2 Escaldado.....	47
4.4.3.3 Pelado y troceado	47
4.4.3.4 Despulpado.....	47
4.4.3.5 Tratamiento térmico	47
4.5 ALIMENTOS FUNCIONALES	47
4.5.1 Alimentos funcionales	48
4.5.1.1 Probiótico.....	48
4.5.1.2 Prebiótico.....	48
4.5.1.3 Simbiótico	48
4.6 PRODUCTOS LÁCTEOS FERMENTADOS	49
4.6.1 Microorganismos para la elaboración de leches fermentadas	49
4.6.2 Bebidas a base de leche fermentada.....	50
4.7 ANTECEDENTES.....	51

5. DISEÑO METODOLÓGICO.....	53
5.1 MATERIALES Y MÉTODOS.....	53
5.1.1 Localización.....	53
5.1.2 Diseño Metodológico	53
5.1.3 Pruebas de plataforma para la leche	53
5.1.3.1 Acidez mediante titulación con NaOH	53
5.1.3.2 Densidad	54
5.1.3.3 Grasa.....	55
5.1.3.4 Análisis ultrasónico	56
5.1.4 Determinación de adulterantes en la leche	56
5.1.4.1 Neutralizantes alcalinos	56
5.1.4.2 Formol o solución de formaldehído (prueba de Hehner).....	56
5.1.4.3 Agua oxigenada o solución de peróxido de hidrógeno (Método de Arnold y Mentzer).	56
3.4.4.4 Método de yoduro de potasio.....	57
5.1.4.5 Harinas y almidones (Prueba del Lugol).	57
5.1.5 Determinación de la calidad sanitaria de la leche	57
3.4.5.1 Recuento de Células Somáticas (RCS)/mL.....	57
5.1.5.2 Determinación de antibióticos en la leche.	58
5.1.6 Determinación de la calidad microbiológica de la leche.	59
5.1.6.1 Análisis microbiológico.....	59
5.1.7 Elaboración de una bebida láctea nutracéutica con inclusión de tres niveles de carrageninas kappa II, en tres concentraciones de lactosuero y adición de pulpa de mango	60
5.1.7.1 Adquisición de materias primas.	60
5.1.7.2 Recepción de Materias Primas.	60
5.1.7.3 Estandarización.	60
5.1.7.4 Pasteurización del lactosuero.	60
5.1.7.5 Precalentamiento de la leche.....	60
5.1.7.6 Homogenización.	60
5.1.7.7 Adición de azúcar y estabilizante.	60
5.1.7.8 Homogenización	60
5.1.7.9 Higienización.	61

5.1.7.10 Adición del Cultivo.	61
5.1.7.11 Incubación.	61
5.1.7.12 Batido.	61
5.1.7.12 Empacado.	61
5.1.7.13 Refrigeración.	61
5.1.8 Determinación de la mejor formulación de la bebida láctea.	63
5.1.8.1 Acidez mediante titulación con NaOH.	63
5.1.8.2 Viscosidad.	64
5.1.8.3 Sinéresis.	64
5.1.9 Determinación de la vida útil.	65
5.1.9.1 Determinación de acidez mediante titulación con NaOH.	65
5.1.9.2 Determinación de viscosidad.	65
5.1.9.3 Determinación de sinéresis.	65
5.1.9.4 Determinación del pH.	65
5.1.9.5 Análisis microbiológico de la bebida láctea fermentada.	65
5.1.10 Análisis de la composición nutricional de la bebida láctea.	66
5.1.11 Determinación del comportamiento de la fermentación líquida a base de BAL.	66
5.1.12 Cinética del crecimiento celular (UFC/mL).	66
5.1.13 Determinación de azúcares totales.	68
5.2 DISEÑO EXPERIMENTAL Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO.	71
5.2.1 Diseño experimental.	71
5.2.2 Análisis estadístico.	71
6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.	74
6.1 CALIDAD COMPOSICIONAL, MICROBIOLÓGICA Y SANITARIA DE LA LECHE.	74
6.2 DETERMINACIÓN DE LA MEJOR FORMULACIÓN PARA LA ELABORACIÓN DE LA BEBIDA LÁCTEA.	75
6.2.1 Acidez.	75
6.2.2 Viscosidad.	76
6.2.3 Sinéresis.	78
6.3 DETERMINACIÓN DE LA VIDA ÚTIL DE LA MEJOR FORMULACIÓN.	80

6.3.1 Acidez.....	80
6.3.2 Viscosidad	81
6.3.3 Sinéresis	83
6.3.4 pH.....	85
6.3.5 Análisis microbiológico.....	86
6.4 DETERMINACIÓN DEL VALOR NUTRICIONAL Y CINÉTICA DE CRECIMIENTO DE LA MEJOR FORMULACIÓN	87
6.4.1 Valor nutricional	87
6.4.2 Comportamiento de la fermentación líquida a base de BAL.....	90
6.4.3 Cinética del crecimiento celular durante la fermentación	91
6.4.4 Azúcares totales	93
7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	95
7.1 CONCLUSIONES	95
7.2 RECOMENDACIONES.....	96
BIBLIOGRAFÍA.....	97

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Composición media de los principales componentes de la leche de vaca	27
Tabla 2. Contenido aproximado en aminoácidos	30
Tabla 3. Composición del lactosuero	34
Tabla 4. Características fisicoquímicas del lactosuero	37
Tabla 5. Contenido de componentes químicos y peso molecular.....	41
Tabla 6. Composición nutricional promedio de pulpa de mango	45
Tabla 7. Sección 3.3	50
Tabla 8. Métodos y técnicas para el análisis microbiológico.	59
Tabla 9. Métodos y técnicas para el análisis microbiológico.	66
Tabla 10. Métodos y técnicas para el análisis nutricional.....	66
Tabla 11. Diseño experimental	71
Tabla 12. Modelo matemático para el análisis estadístico de la investigación.	72
Tabla 13. Características composicional, microbiológicas y sanitarias de la leche	74
Tabla 14. Resultados microbiológicos de la bebida láctea	86
Tabla 15. Composición nutricional de la bebida láctea	87

LISTA DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 1. Enzimas de la leche	32
Cuadro 2. Efecto funcional de las proteínas del lactosuero.....	35
Cuadro 3. Clasificación taxonómica del mango	44

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Estructura química de la Lactosa	28
Figura 2. Estructura general de la proteína láctea	29
Figura 3. Algas marinas rojas de las especies <i>Gigartina</i> , clase <i>Rhodophyceae</i>	39
Figura 4. Estructura química de las carrageninas de importancia comercial	42
Figura 5. Morfología del mango	45
Figura 6. Determinación de acidez	54
Figura 7. Determinación de densidad	55
Figura 8. Determinación del porcentaje de grasa (método Gerber).....	55
Figura 9. Análisis en los equipos LactoStar y Ekomilk	56
Figura 10. Determinación de adulterantes	57
Figura 11. Determinación de Células Somáticas	58
Figura 12. Determinación de antibióticos	59
Figura 13. Elaboración de la bebida láctea	62
Figura 14. Determinación de acidez (Bebida láctea).....	63
Figura 15. Determinación de viscosidad	64
Figura 16. Determinación de sinéresis	64
Figura 17. Determinación de pH	65
Figura 18. Cinética del crecimiento celular	68
Figura 19. Curva patrón para determinación de azúcares totales	69
Figura 20. Comportamiento de la acidez en los tratamientos.....	75
Figura 21. Comportamiento de la viscosidad en centipoise (cP) de los tratamientos	77
Figura 22. Toma de datos viscosidad cP (Viscosímetro BROOKFIELD DV3T).....	78
Figura 23. Comportamiento de la sinéresis en los tratamientos	79
Figura 24. Comportamiento de la acidez durante el almacenamiento	80
Figura 25. Comportamiento de la viscosidad durante el almacenamiento.....	82
Figura 26. Comportamiento de la sinéresis durante el almacenamiento	83
Figura 27. Ausencia de sinéresis en el T6 y presencia de sinéresis en el T2.....	85
Figura 28. Comportamiento del pH durante el almacenamiento	85

Figura 29. Comportamiento de acidez y pH durante el tiempo de incubación de la bebida láctea	90
Figura 30. Crecimiento celular vs producción de ácido láctico	91
Figura 31. Crecimiento celular (UFC/mL) vs pH.....	93
Figura 32. Relación consumo de azúcar/crecimiento celular	94

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 1. Análisis de varianza para acidez.....	107
Anexo 2. Análisis de medias de cuadrados mínimos para acidez	107
Anexo 3. Análisis de varianza para viscosidad	107
Anexo 4. Análisis medias de cuadrados mínimos para viscosidad.....	108
Anexo 5. Análisis de varianza para sinéresis	108
Anexo 6. Análisis medias de cuadrados mínimos para sinéresis	108
Anexo 7. Resultado del análisis de la leche entera en el equipo LactoStar.....	109
Anexo 8. Resultado del análisis de la leche descremada en el equipo LactoStar	109
Anexo 9. Resultado del análisis de la leche estandarizada al 2% de grasa, en el equipo LactoStar	109
Anexo 10. Resultado del análisis microbiológico de la leche	110
Anexo 11. Resultado del análisis microbiológico del lactosuero	111
Anexo 12. Resultado del análisis microbiológico de la bebida láctea, al día 7 del periodo de almacenamiento.....	112
Anexo 13. Resultado del análisis microbiológico de la bebida láctea, al día 21 del periodo de almacenamiento.....	113
Anexo 14. Resultado del análisis composicional de la bebida láctea	114

GLOSARIO

BAL: (Bacterias Ácido lácticas) son microorganismos que tienen diversas aplicaciones, siendo una de las principales la fermentación de alimentos, carne y vegetales para obtener productos como el yogurt, quesos, encurtidos, embutidos, ensilados, etc. Asimismo, las BAL son de gran utilidad en la producción de vinos y cerveza.

BEBIDA LÁCTEA: producto lácteo obtenido a partir de la fermentación de la mezcla de leche con otros derivados lácteos tales como el lactosuero, ingredientes no lácteos higienizados.

CARRAGENINA: hidocoloide extraído de algas marinas rojas de las especies *Gigartina*, *Hypnea*, *Euचेuma*, *Chondrus elridaea*. Es utilizada en diversas aplicaciones en la industria alimentaria como espesante, gelificante, agente de suspensión y estabilizante, tanto en sistemas acuosos como en sistemas lácticos.

CASEÍNA: la caseína (del latín caseus, "queso") es una fosfoproteína (un tipo de heteroproteína) presente en la leche y en algunos de sus derivados (productos fermentados como el yogur o el queso). En la leche, se encuentra en la fase soluble asociada al calcio (fosfato de calcio), en un complejo que se ha denominado caseinógeno.

ESTABILIZANTE: son aditivos alimenticios que mantienen o mejoran la estructura de los alimentos, haciendo posible la distribución tanto fina como unitaria de aquellas sustancias que no son combinables.

HIGIENIZACIÓN: se define como el conjunto de acciones tendientes a eliminar los elementos contaminantes que suelen estar presentes en la leche.

INCUBACIÓN: etapa que tiene por objeto proporcionar las condiciones de temperatura y tiempo para que se desarrolle óptimamente el cultivo inoculado responsable de la fermentación láctica y formación de compuestos responsables del sabor y aroma del yogur.

INOCUIDAD: la inocuidad de los alimentos puede definirse como el conjunto de condiciones y medidas necesarias durante la producción, almacenamiento, distribución y preparación de alimentos para asegurar que una vez ingeridos, no representen un riesgo para la salud.

LACTOSUERO DULCE: es el producto obtenido por la desecación del residuo de la fabricación del queso, la cuajada, la caseína o procedimientos similares.

LACTOSA: es el azúcar (formado por la glucosa y la galactosa) que está presente en la leche. Se trata de un disacárido que se halla en una proporción de entre el 4% y el 5% en la leche de las hembras de los mamíferos.

NUTRACÉUTICO: hace referencia a todos aquellos alimentos que se proclaman como poseedores de un efecto beneficioso sobre la salud humana.

PROBIÓTICO: son bacterias que aportan beneficios para el organismo. Cuando llegan al intestino, siguen vivas y en actividad, causan efectos positivos en la persona. Los probióticos no sólo permanecen adheridos a la mucosa intestinal, sino que incluso se mantienen con vida cuando son expulsados y forman parte de las heces.

SINÉRESIS: es la separación de las fases que componen una suspensión o mezcla. Es la extracción o expulsión de un líquido de un gel, por lo que el gel pasa de ser una sustancia homogénea a una segregación de componentes sólidos separados y contenidos en la fase líquida. Así como la separación en lactosuero y cuajada a partir de la leche cortada ilustran este proceso.

VIDA ÚTIL: la vida útil de un alimento es el periodo en el que puede mantenerse en condiciones de almacenamiento especificadas sin que pierda su seguridad y calidad óptimas.

VISCOSIDAD: la viscosidad es la resistencia interna de un fluido a las deformaciones graduales producidas por tensiones tangenciales como las tensiones cortantes. Desde el punto de vista microscópico la viscosidad es causada por la existencia de fuerzas de cohesión existentes entre las moléculas de la materia fluida. En el lenguaje común la viscosidad se entiende como la capacidad de ser espeso. La viscosidad de algunos fluidos se mide experimentalmente con viscosímetros y reómetros.

RESUMEN

La presente investigación se llevó a cabo en la Planta Piloto, el Laboratorio de Investigación en Conservación y Calidad de Alimentos de la Facultad de Ingeniería Agroindustrial además, de las pruebas realizadas en el laboratorio del grupo de investigación PROBIOTEC-FISE (Procesos Biotecnológicos Aplicados a la Producción Animal - Fisiología y Etología Animal) de la Facultad de Ciencias Pecuarias y los Laboratorios Especializados de la Universidad de Nariño.

Esta investigación tuvo como objetivo elaborar una bebida láctea nutracéutica con inclusión de tres niveles de carrageninas (C) kappa II (0%, 0,01% y 0,1%), en tres concentraciones de lactosuero (Ls) dulce (15%, 25% y 35%), con leche estandarizada al 2% de materia grasa y la adición de pulpa de mango. La leche pasteurizada fue adquirida en una planta procesadora de lácteos del departamento, a la cual, se evaluó la calidad composicional, sanitaria y microbiológica, de la misma forma el lactosuero obtenido se evaluó microbiológicamente con el propósito de garantizar la inocuidad del producto.

Para determinar la mejor formulación en la elaboración de la bebida láctea, se realizaron pruebas de acidez, viscosidad y sinéresis que se presentó en cada uno de los tratamientos: T1 (15%Ls – 0%C), T2 (15%Ls – 0,01%C), T3 (15%Ls – 0,1%C), T4 (25%Ls – 0%C), T5 (25%Ls – 0,01%C), T6 (25%Ls – 0,1%C), T7 (35%Ls – 0%C), T8 (35%Ls – 0,01%C), T9 (35%Ls – 0,1%C), a los 2 días de la elaboración de las muestras. En el análisis de los datos se empleó un diseño completamente al azar con un arreglo factorial 3*3, en el cual se obtuvo diferencias estadísticamente significativas ($P < 0,05$), mientras en el análisis de medias de cuadrados mínimos se obtuvo como mejor formulación el T6 con una acidez de 0,60% de ácido láctico, una viscosidad de 1083 centipoise (cP) y un porcentaje de sinéresis del 3,02%.

Para establecer la vida útil, el producto se almaceno en refrigeración a 4°C, en los que se obtuvo una acidez de 0,86% de ácido láctico, una viscosidad de 1150 cP, una sinéresis 7,51% y un pH de 3,87 a los 21 días, siendo este el periodo óptimo de almacenamiento. Los valores microbiológicos demostraron que el producto cumple con lo establecido en la resolución 2310 de 1986, además de establecer su vida útil. Los resultados del análisis de la composición nutricional permite identificar una contribución significativa de sólidos totales, grasa, proteína, calcio, fibra cruda y vitamina C. La cinética de crecimiento permitió clasificar al producto como nutracéutico debido a sus características funcionales, ya que la concentración final de probióticos fue de $4,2 \cdot 10^9$ UFC/mL. En la determinación de azúcares totales se logró establecer la relación consumo/crecimiento por parte de las bacterias ácido lácticas (BAL) durante el periodo de fermentación que fue 1.54 mg/L de los azúcares totales.

Palabras clave: viscosidad, sinéresis, acidez, estabilizante, probiótico.

ABSTRACT

The Present research was carried out in the Pilot Plant, Research Laboratory in Conservation and Food Quality Faculty of Agroindustrial Engineering, besides the tests conducted at the Laboratory of the Research Group PROBIOTEC – FISE (Biotechnological Processes Applied to the Animal Production - Animal Physiology and ethology) of the Faculty of Animal Science and Specialized Laboratories of the University of Nariño.

This research aimed to develop a nutraceutical milk drink including three levels of carrageenan (C) kappa II (0%, 0.01% and 0.1%), in three concentrations of sweet whey (15%, 25% and 35%) with standardized milk to 2% of fat and the addition of mango pulp. Pasteurized milk was acquired in a dairy plant of the department, which, compositional, health and microbiological quality was evaluated in the same way the whey (w) obtained is microbiologically evaluated in order to ensure product safety.

To determine the best training in the preparation of milk drink, testing acidity, viscosity and syneresis presented at each of the treatments were performed: T1 (15%w – 0%C), T2 (15%w – 0,01%C), T3 (15%w – 0,1%C), T4 (25%w – 0%C), T5 (25%w – 0,01%C), T6 (25%w – 0,1%C), T7 (35%w – 0%C), T8 (35%w – 0,01%C), T9 (35%w – 0,1%C), after 2 days preparation of the samples. In the analysis of the data it was used a completely randomized design with a factorial arrangement 3*3, in which statistically significant differences were obtained ($P < 0.05$), while in the analysis of least squares mean was obtained T6 as best formulation with an acidity of 0.60% lactic acid, a viscosity of 1083 cP and a percentage of syneresis of 3.02%.

To establish the useful life of the product is stored refrigerated at 4°C, in which an acidity of 0.86% lactic acid, a viscosity of 1150 cP, syneresis 7.51% and a pH of 3, 87 to 21 days was obtained, which is the optimum storage period. Microbiological values demonstrated that the product complies with the provisions of the standard, as well as establishing its life. The analysis results of the nutritional composition to identify a significant contribution of total solids, fat, protein, calcium, crude fiber and vitamin C. The growth kinetics allowed to classify the product as nutraceutical because of their functional characteristics, as the final concentration of probiotics was $4.2 \cdot 10^9$ CFU / mL. In determining total sugars it was established sugar consumption by the lactic acid bacteria during the fermentation period was 1.54 mg/L of total sugars.

Keywords: viscosity, syneresis, acidity, stabilizer, probiotic.

INTRODUCCIÓN

Según la Federación Colombiana de Ganaderos (FEDEGAN)¹, la producción de leche cruda en Colombia, para el año 2014 fue de 6.717 millones de litros, aproximadamente un 18% (1.209 millones de litros) se destinó a la producción de queso y un 9% (604 millones de litros) a leches fermentadas, lo que quiere decir que la producción nacional de lactosuero el cual es un subproducto de la elaboración de queso, corresponde a 1.027 millones de litros, de acuerdo a lo anterior, Guerrero W. *et al.*², afirma que la industria quesera genera altos volúmenes de lactosuero, si este subproducto se lo desecha por las alcantarillas o directamente a los ríos, puede causar un impacto ambiental negativo muy alto, ya que este es un caldo de cultivo donde pueden proliferar distintos microorganismos como bacterias consumidoras de oxígeno, que reducen el pH del agua deteriorando su calidad y afectando la integridad de la flora y fauna acuática.

“Dado el alto valor nutritivo del lactosuero por su contenido de: vitaminas del grupo B (Tiamina, Riboflavina, Acido nicotínico, Acido pantoténico, Piridoxina, Cobalamina) y Ácido ascórbico; minerales donde sobresale el potasio, seguido del calcio, fósforo, sodio y magnesio; proteínas como: la β -lactoglobulina (β -LG) con cerca de 10% y α -lactoalbúmina con 4% de toda la proteína láctea, además, contiene otras proteínas como, lactoferrina, lactoperoxidasa e inmunoglobulinas”³. Existe la posibilidad de aprovechar este subproducto en la elaboración de productos alimenticios como bebidas lácteas fermentadas las cuales se obtienen a partir de la fermentación de leche con la inclusión de derivados lácteos como el lactosuero.

“Debido a que el principal problema en la elaboración de bebidas lácteas fermentadas, es la precipitación de la proteína generando sinéresis”⁴. Es necesario el uso de aditivos para mantener el aspecto y textura del producto. “Dado que la sinéresis es un factor que requiere especial atención, ya que la secreción de agua de la estructura del gel puede acabar con la estabilidad de la bebida láctea fermentada, llegando a constituir uno de los peores defectos en el producto final. De ahí que la sinéresis es un parámetro de interés, pues entre las

¹ FEDERACIÓN COLOMBIANA DE GANADEROS, FEDEGAN. Fondo Nacional del Ganado-Fondo Estabilización de Precios. 2 p. Producción Colombia. Disponible en:

<<http://www.fedegan.org.co/estadisticas/produccion-0>> Fecha de consulta: 22 Ene. 2016

² GUERRERO, W, *et al.* Lactosuero y su problemática en el medio ambiente. XI Congreso nacional de ciencia y tecnología de alimentos. Universidad de Guanajuato. Monterrey-Nuevo León. México. [En línea] 2009. 6 p.[citado 2014-02-25] Disponible en:

http://www.uaeh.edu.mx/investigacion/icbi/LI_MicroAlim/Javier_Castro/10.pdf

³ PARRA HUERTAS, Ricardo Adolfo. Lactosuero: importancia en la industria de alimentos. Revista Facultad Nacional de Agronomía, Medellín, 2009, vol. 62, no 1, p. 4969.

⁴ ALARCÓN, Yiria Susana. Evaluación del uso de carrageninas en bebidas lácteas fermentadas. (Tesis Ingeniero en Alimentos). Valdivia: Universidad Austral de Chile, 2003. 79 p. Disponible en: <<http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2003/faa321e/pdf/faa321e.pdf>> fecha de acceso: 18 Ene. 2016

más importantes características de calidad de las bebidas lácteas se encuentra la ausencia completa de suero libre y grumos”⁵.

La tendencia de los consumidores se ha dirigido hacia la búsqueda de los llamados productos funcionales los cuales, “pueden ser parte de la dieta diaria y a su vez producir efectos metabólicos o fisiológicos útiles en el mantenimiento de una buena salud física y mental, además de sus funciones nutricionales básicas”⁶. Pérez H.⁷, menciona que en los alimentos funcionales se encuentran los componentes nutracéuticos los cuales, se definen como sustancias químicas o biológicas que pueden encontrarse como elementos naturales de los alimentos o adicionarse a los mismos y estos tienen la capacidad de fortalecer las condiciones saludables, sirviendo como auxiliar en el cuidado y mantenimiento de la salud, así como en la prevención de enfermedades y en la mejora de las funciones fisiológicas del organismo. Un claro ejemplo son los denominados probióticos: productos que contienen microorganismos vivos que al ser ingeridos en cantidades suficientes ejercen un efecto positivo en la salud más allá de los efectos nutricionales.

Con el fin de reducir la contaminación ambiental que produce el lactosuero, generar una alternativa económica para la industria láctea y desarrollar un producto que genere beneficios en la salud humana. El objetivo de esta investigación fue elaborar una bebida láctea nutracéutica con inclusión de tres niveles de carrageninas kappa II, en tres concentraciones de lactosuero y adición de pulpa de mango.

⁵ DENGLER y KRATZ, citados por CASTRO, Wendy Natalia Rojas; et al. Características del yogurt batido de fresa derivadas de diferentes proporciones de leche de vaca y cabra. *agronomía mesoamericana*, 2006, vol. 18, no 2, p. 221.

⁶ FERREIRA MONTERO, I.J. y LUENGO FERNÁNDEZ E. La dieta como concepto terapéutico. Conceptos de alimento funcional y de nutracéutico. Situación actual de los alimentos funcionales y nutracéuticos. Aspectos legales. *Sociedad Española de Cardiología*. 2007. p. 12.

⁷ PÉREZ LEONARD, Heidy. Nutracéuticos: componente emergente para el beneficio de la salud. *ICIDCA. Sobre los Derivados de la Caña de Azúcar*, 2006, vol. 40, no 3, p. 20. Disponible en: <<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=223120665003>> fecha de ingreso: 17 ene. 2016

1. DEFINICIÓN Y DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA

Aider M. *et al.*⁸, señalan que la industria láctea es uno de los sectores más importantes de la economía de países industrializados y en desarrollo. Aproximadamente el 90% del total de la leche utilizada en la industria quesera es eliminada como lactosuero el cual retiene cerca del 55% del total de ingredientes de la leche como la lactosa, proteínas solubles, lípidos y sales minerales.

Por su parte González M., expone que:

El queso es un producto fundamental en la industria láctea y en el proceso para su obtención se genera lactosuero como subproducto en volúmenes significativamente altos, convirtiendo a este proceso como el más importante al momento de evaluar los aspectos medio ambientales asociados por su contenido en lactosa, grasa, proteínas, minerales y vitaminas. Responsables de los elevados valores de Demanda Biológica de Oxígeno (DBO) y Demanda Química de Oxígeno (DQO) en fuentes de agua⁹.

Berruga M., citado por el mismo autor, señala que el gran contenido de nutrientes del lactosuero produce aproximadamente 3,5 Kg de demanda biológica de oxígeno (DBO) y 6,8 Kg de demanda química de oxígeno (DQO) por cada 100 Kg de lactosuero producido¹⁰.

Con el fin de mitigar esta problemática se propone la utilización del lactosuero dulce en la elaboración de productos útiles en la alimentación humana y animal, de esta forma evitar la contaminación ambiental que el lactosuero genera al ser desechado en fuentes de agua, aprovechar sus propiedades nutricionales y optimizar los ingresos del sector agroindustrial y pecuario. Por lo anterior, el objetivo de esta investigación fue elaborar una bebida láctea a base de leche y lactosuero como una opción para el aprovechamiento de este subproducto.

⁸ AIDER, Mohammed et al. Skim acidic milk whey cryoconcentration and assessment of its functional properties: Impact of processing conditions. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 2009, vol. 10, no 3, p. 334.

⁹ GONZÁLEZ CÁCERES, Marcelino de Jesús. Aspectos medio ambientales asociados a los procesos de la industria láctea. En: *Mundo Pecuario*, 8(1), 2012: p. 16. Disponible en: <<http://www.saber.ula.ve/bitstream/123456789/34620/1/articulo2.pdf>> fecha de ingreso: 9 Ene. 2015

¹⁰ *Ibid.* p. 19.

2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

“La producción mundial de lactosuero en el año 2011 se estimó en 145 millones de toneladas, donde los principales productores Estados Unidos y la Unión Europea aportaron aproximadamente el 70% de la producción mundial”¹¹. “En Colombia se estima que para el mismo periodo se produjeron 950 millones de litros de lactosuero”¹². Sin embargo, en Nariño no se tiene una producción referenciada de este subproducto, pero el desarrollo de la industria láctea en este departamento indica una elevada producción de lactosuero.

“Esta gran cantidad de lactosuero genera problemas de contaminación ambiental, de ahí que es importante investigar sobre la inclusión del lactosuero en la elaboración de productos tales como: ácidos orgánicos, productos de panadería, bebidas para deportistas, alcoholes, bebidas lácteas fermentadas, proteína unicelular, concentrados proteicos, entre otros”¹³.

De igual forma, hay que tener en cuenta que la contaminación ambiental por el vertimiento del lactosuero en fuentes de agua, se debe a que la mayoría de productores de la región no realiza el tratamiento apropiado para un correcto uso posterior del lactosuero, ya que no tienen la capacidad económica para acceder a la infraestructura y tecnología necesaria para el manejo adecuado de este subproducto que es la pulverización. Por tal razón se debe buscar nuevas alternativas en el aprovechamiento del lactosuero, las cuales generen un beneficio en los ingresos de los productores, ya que con la inclusión de este subproducto en la elaboración de productos alimenticios se genera un valor agregado a una materia prima que generalmente se la desecha o se la emplea en la alimentación animal.

Por lo expuesto anteriormente, se planteó la siguiente pregunta de investigación:

¿Cuál es el efecto de la inclusión de diferentes niveles de carragenina kappa II con distintos volúmenes de lactosuero dulce, en la elaboración de una bebida láctea?

¹¹ FAO, ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA ALIMENTACIÓN Y LA AGRICULTURA. Federación Panamericana de Lechería, FEPALE. Situación de la Lechería en América Latina y el Caribe en 2011. Observatorio de la Cadena Lechera. Oficina regional de la FAO para América Latina y el Caribe. División de Producción y Sanidad animal. 2012. Disponible en: http://www.fao.org/fileadmin/templates/est/COMM_MARKETS_MONITORING/Dairy/Documents/Paper_Lec her%C3%ADa_AmLatina_2011.pdf. Fecha de consulta: 25 Ene. 2016.

¹² FEDEGAN. Op. Cit., p. 1.

¹³ PARRA. Op. Cit., p. 4978.

Hipótesis

H0: la inclusión de diferentes niveles de carragenina kappa II con distintos volúmenes de lactosuero dulce, no influyo significativamente en la elaboración y calidad de la bebida láctea.

H1: la inclusión de diferentes niveles de carragenina kappa II con distintos volúmenes de lactosuero dulce, si influyo significativamente en la elaboración y calidad de la bebida láctea.

3. OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GENERAL. Elaborar una bebida láctea nutracéutica con inclusión de tres niveles de carrageninas kappa II, en tres concentraciones de lactosuero y adición de pulpa de mango.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Evaluar la calidad composicional, sanitaria y microbiológica de la leche.
- Determinar la mejor formulación para la elaboración de la bebida láctea, mediante pruebas de acidez, viscosidad y sinéresis que se presente en cada uno de los tratamientos.
- Establecer la vida útil de la mejor formulación de la bebida láctea, mediante pruebas de acidez, viscosidad, sinéresis y pH.
- Determinar la calidad microbiológica, el valor nutricional, la cinética de crecimiento y consumo de azúcares totales de la mejor formulación de la bebida láctea.

4. MARCO TEÓRICO

4.1 LA LECHE

“Desde el punto de vista fisiológico la leche es la secreción de las glándulas mamarias de las hembras de los mamíferos, tras el nacimiento de la cría, cuya finalidad básica es la de alimentarla durante un determinado tiempo, siendo su alimento ideal, ya que le aporta los nutrientes que necesita para sobrevivir y crecer”¹⁴.

Desde el punto de vista legal, según el Ministerio de la Protección Social¹⁵, en el decreto número 616 del 2006 en el título II capítulo I define a la leche como: el producto de la secreción mamaria normal de animales bovinos, bufalinos y caprinos lecheros sanos, obtenida mediante uno o más ordeños completos, sin ningún tipo de adición, destinada al consumo en forma de leche líquida o a la industria láctea.

4.1.1 Composición de la Leche. De acuerdo con Bucheli M.¹⁶, la leche puede variar en su composición debido a factores como: raza y edad de la vaca, tipo de alimentación, calidad nutricional de forrajes, periodo de lactancia, infecciones en la ubre o enfermedades en general, condiciones climáticas como temperatura media y porcentaje de precipitación.

El mismo autor señala que, “los constituyentes de la leche se encuentran en tres estados: solución (mezclas homogéneas de sustancias en iguales o distintos estados de agregación), dispersión coloidal (sistema formado por dos o más fases, principalmente: una continua, normalmente fluida, y otra dispersa en forma de partículas; por lo general sólidas) y emulsión (líquido que tiene en suspensión pequeñas partículas de grasa)”¹⁷.

¹⁴ REYES ARREGUÍN, Blanca Rosa; SOLTERO GARDEA, Sergio. Composición y Uso de la Leche. 2014 p. 12 Disponible en:

<http://cofocalec.org.mx/docs/composicion_y_uso_de_laleche.pdf> (20/04/2014).

¹⁵ COLOMBIA. MINISTERIO DE LA PROTECCIÓN SOCIAL. Decreto número 616 del 28 febrero 2006. Disponible en: https://www.invima.gov.co/images/stories/aliementos/decreto_616_2006.pdf

¹⁶ BUCHELI JURADO, Mauricio Alexander. Estudio de factibilidad para el montaje de una línea de proceso para la elaboración de una bebida láctea saborizada utilizando suero de quesería en la planta de producción de la cooperativa de productos de lácteos de Nariño Ltda. ubicada en el municipio de Pupiales. Pasto: Universidad de Nariño, Facultad de Ingeniería Agroindustrial, 2005. p. 41.

¹⁷ Ibid. p. 42.

De acuerdo con lo anterior, Juca R. y Pérez A.¹⁸, exponen que, desde el punto de vista fisicoquímico: la leche es una mezcla homogénea de un gran número de sustancias (lactosa, glicéridos, proteínas, sales, vitaminas, enzimas, etc.), que están, en emulsión (la grasa), en dispersión coloidal (proteínas) y en solución (lactosa, vitaminas hidrosolubles y sales).

La FAO¹⁹, sostiene que, las grasas constituyen alrededor del 3% al 4% del contenido sólido de la leche de vaca, las proteínas aproximadamente el 3,5% y la lactosa el 5%, (ver tabla1).

Tabla 1. Composición media de los principales componentes de la leche de vaca

Componente	Contenido (%)
Agua	87,4
Sólidos totales	12,6
Lactosa	4,7
Caseína	2,9
Lactoalbúmina	0,52
Lactoglobulina	0,50
Grasa	3,6
Fosfolípidos	0,10
Calcio	0,12
Fósforo	0,1
Sodio	0,05

Fuente: REYES ARREGUÍN, Blanca Rosa; SOLTERO GARDEA, Sergio. Composición y Uso de la Leche. En: http://cofocalec.org.mx/docs/composicion_y_uso_de_laleche.pdf. (20/04/2014).

4.1.1.1 Agua. Lerche M., citado por Agudelo D. y Bedoya O., menciona que:

El agua es la fase dispersante, en la cual los glóbulos grasos y demás componentes de mayor tamaño se encuentran emulsionados o suspendidos. Las sustancias proteicas se encuentran formando un coloide en estado de "sol" lióforo (caseína y globulina) o liófilo (albúmina), mientras que la lactosa y las sales se hallan en forma de solución verdadera. El peso específico de la leche oscila entre 1.027g y 1.035g, con una media de 1.032g. El punto de congelación se encuentra por término medio entre -0.54°C y -0.55°C en virtud de la lactosa y sales disueltas²⁰.

¹⁸ JUCA CEDILLO, Rosa Daniela; PÉREZ PORTILLA, Adriana Patricia. Determinación de lactosa en leche deslactosada y su comparación con la fórmula aplicada en la empresa de Lácteos San Antonio. (Trabajo de grado). Cuenca Ecuador, 2010. 146 p. Disponible en: <<http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/2427/1/tq1068.pdf>> (20/04/2014).

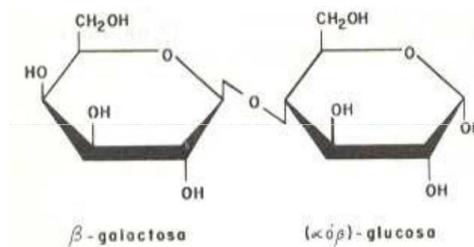
¹⁹ FAO. Op. Cit., p. 1.

²⁰ LERCHE M., citado por. AGUDELO GÓMEZ, Divier Antonio y BEDOYA MEJÍA, Oswaldo. Composición nutricional de la leche de ganado vacuno. Revista LASALLISTA de investigación, 2005, vol. 2, no 1, p. 38.

4.1.1.2 Lactosa. Según Quevedo L. *et al.*²¹, la lactosa es un disacárido presente exclusivamente en la leche de los mamíferos. Se sintetiza en la glándula mamaria a partir de glucosa y galactosa. Es la mayor fuente de hidratos de carbono en la lactancia. De igual manera, Pérez J. y Pérez J.²², argumentan que, el azúcar de la leche es la lactosa, este es el carbohidrato más abundante en ella y se sintetiza a partir de glucosa, la cual, es absorbida por las células secretoras y parte de esta la convierten en galactosa, dando lugar así a las unidades que conforman a la lactosa, (ver figura 1).

Los mismos autores señalan que, “en los rumiantes, la mayoría de los carbohidratos de la dieta se rompen y se forman ácidos grasos volátiles. Los principales ácidos grasos volátiles son el ácido acético, ácido propiónico y el ácido butírico. El ácido propiónico es convertido en glucosa que se usa posteriormente en la síntesis de la lactosa”²³.

Figura 1. Estructura química de la Lactosa



Fuente: VIELMA R. Rosa Alba. Carbohidratos. Universidad de los Andes. Venezuela. p. 11. <https://ingjulian.files.wordpress.com/2010/08/bioquimica-de-la-leche.pdf> (28 Ene. 2016)

4.1.1.3 Grasa. Lerche M., citado por Agudelo D. y Bedoya O., menciona que:

La grasa láctea se sintetiza en su inmensa mayoría en las células secretoras de la glándula mamaria y constituye cerca del 3% de la leche; se encuentra en forma de partículas emulsionadas o suspendidas en pequeños glóbulos microscópicos, cuyos diámetros pueden variar de 0.1 a 0.22 micrones que se encuentran rodeados de una capa de fosfolípidos que evitan que la grasa se aglutine y pueda separarse de la parte acuosa. La grasa de la leche puede sufrir alteraciones causadas por la acción de la luz, del oxígeno y enzimas (lipasas). Los procesos hidrolíticos oxidativos conducen a la formación de peróxidos, aldehídos, cetonas y ácidos grasos libres, originándose así alteraciones del sabor que se hace sebáceo o rancio²⁴.

²¹ QUEVEDO, Licarallén. *et al.* Intolerancia a la lactosa. Universidad de Chile. Facultad de Medicina. Departamento de Pediatría y Cirugía Infantil. En Revista Pediatría Electrónica. 2011, Vol 8, N° 3. ISSN 0718-0918.

²² PÉREZ GAVILÁN ESCALANTE, Jorge; PÉREZ GAVILÁN ESCALANTE, José Pablo. Bioquímica y microbiología de la leche. México: Limusa, 1995. 202 p. ISBN 9681816439.

²³ *Ibid.* p. 24.

²⁴ AGUDELO y BEDOYA. *Op. Cit.*, p. 40.

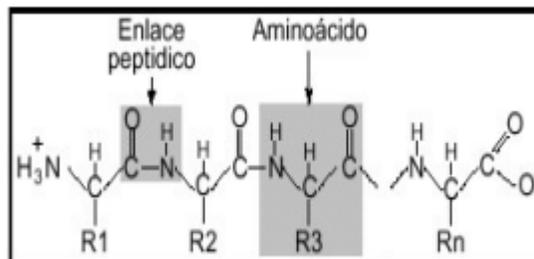
4.1.1.4 Proteínas. “La proteína contenida en la leche es del 3,5% (variando desde el 2.9% al 3.9%). Esta proteína láctea es una mezcla de numerosas fracciones proteicas diferentes y de pesos moleculares distintos. Las proteínas se clasifican en dos grandes grupos: caseínas (80%) y proteínas séricas (20%)”²⁵.

Lerche M., citado por los mismos autores afirma que, la caseína es la proteína más abundante, además de ser la más característica de la leche por no encontrarse en otros alimentos, existen tres tipos de caseínas (α , β y Kappa caseína), en la leche también se encuentra la albúmina y la globulina. El valor biológico de la caseína en la alimentación obedece a su contenido en aminoácidos esenciales que se separan de la parte acuosa por acción de enzimas como la renina o la quimiocina, que son las responsables de la precipitación de la proteína en la elaboración de quesos²⁶.

Por su parte Pérez J. y Pérez J.²⁷, mencionan que, las caseínas son aquellas fosfoproteínas que se precipitan de la leche descremada por acidificación a pH 4.6 a 20°C con base en sus moviidades electroforéticas. Las caseínas pueden dividirse en los siguientes grupos: alfa_s, beta, kappa y gama caseínas.

En la figura 2, se muestra la estructura general de la proteína láctea.

Figura 2. Estructura general de la proteína láctea



Fuente: GÓMEZ, Divier Antonio Agudelo; MEJÍA, Oswaldo Bedoya. Composición nutricional de la leche de ganado vacuno. Revista LASALLISTA de investigación, 2005, vol. 2, no 1, p. 38-42.

Lerche M., citado por los mismos autores sostiene que, la albúmina es la proteína de la leche, que sigue en cantidad a la caseína, con una cifra aproximada de 0.5%. Mientras que la caseína es relativamente estable a la acción del calor, las albúminas se desnaturalizan con facilidad al calentarlas. Por esta razón durante el proceso de calentamiento a altas temperaturas se destruye gran parte de la proteína sérica²⁸.

²⁵ Ibid. p. 39.

²⁶ Ibid. p. 40.

²⁷ PÉREZ y PÉREZ. Op. Cit., p. 45.

²⁸ AGUDELO y BEDOYA. Op. Cit., p. 40.

“Las globulinas de la leche, son proteínas de alto peso molecular que se encuentran preformadas en la sangre, también es posible que parte se produzca en las células del parénquima mamario. Son las proteínas que más fluctuaciones experimentan en el transcurso de un período de lactación, desde 9% al 16% del total de la proteína, que es la tasa que puede alcanzar en el calostro, disminuye hasta ser de sólo unas milésimas del porcentaje en las últimas etapas de la lactancia”²⁹.

En la tabla 2, se muestra los aminoácidos de la proteína láctea.

Tabla 2. Contenido aproximado en aminoácidos

Aminoácido	(%)	Aminoácido	(%)
Alanina	5,6	*Histidina	7,0
*Arginina	2,8	*Isoleucina	5,6
Asparagina	3,7	*Leucina	10,3
Aspártico	3,3	*Lisina	7,0
Cisteína	0,5	*Metionina	2,8
Glutamina	6,5	*fenilalanina	3,7
Glutámico	11,7	*Treonina	7,9
Glicina	4,2	*Triptofano	0,9

(*)Los aminoácidos esenciales se denominan así porque el organismo no es capaz de biosintetizarlos a partir de otros, lo cual determina su ingesta obligatoria.

Fuente: VIELMA R. Rosa Alba. Carbohidratos. Universidad de los Andes. Venezuela. p. 56. http://liceo6.weebly.com/uploads/7/1/5/4/7154339/protenas_leche_y_casena.pdf. (28 Ene. 2016).

4.1.1.5 Vitaminas. Agudelo D. y Bedoya O.³⁰, aseguran que en la leche se encuentran vitaminas tales como A, D, E, K, B1, B2, B6, B12, C, carotenos, nicotinamida, biotina y ácido fólico, la concentración de cada una de ellas depende de diferentes variables como el ambiente, época del año y tiempo atmosférico. El calostro tienen de 5 a 7 veces más vitamina C y 3 a 5 veces más de vitaminas B2, D y E en comparación con la leche normal. La alimentación afecta los niveles de carotenos y vitamina A dependiendo de si la dieta es a base de forraje fresco o no.

4.1.1.6 Minerales. Los mismos autores, exponen que:

La leche de vaca contiene sodio, potasio, magnesio, calcio, manganeso, hierro, cobalto, cobre, fósforo, fluoruros, yoduros. Además, se reconoce la presencia de otros en cantidades vestigiales, como el aluminio, molibdeno y plata. En la membrana de los glóbulos grasos se encuentran en mayor concentración el calcio, cobre, hierro, magnesio, manganeso, fósforo y zinc. Una parte de los metales, sobre todo los alcalinos y los halógenos, se encuentran libres en forma de iones en solución. El calcio, por el contrario, se halla en su mayor

²⁹ Ibid. p. 40.

³⁰ Ibid. p. 41.

parte ligado a la caseína. Tan sólo un tercio del calcio y del magnesio se encuentra en disociación iónica. Además de los cloruros y fosfatos, deben mencionarse también los citratos, presentes en una cuantía media de 2.3 gr/L³¹.

4.1.1.7 Enzimas. Vargas T.³², manifiesta que en la leche hay diversas enzimas como fosfatasa alcalina, lisozima, lactoperoxidasa, entre otras. Estas enzimas son escasas, sin embargo, las reacciones y transformaciones que están produciendo son importantes y pueden limitar la composición y propiedades de la leche; estas son sensibles a las variaciones de pH y temperatura.

Revilla A., menciona que:

La enzima lactoperoxidasa, se la utiliza para verificar la pasteurización a 80 °C por uno o dos minutos ya que a esta temperatura se destruye, además, dicha enzima es un inhibidor para algunas bacterias lácticas; la lipasa, hidroliza la grasa, en glicerol y ácidos grasos causando así la rancidez de la leche; la catalasa, descompone el agua oxigenada en agua y oxígeno molecular, se la utiliza para medir la calidad higiénica de la leche, en leche extraída de cuartos mastéticos tienen mayor actividad de esta enzima.

La reductasa, no es de origen lácteo, la producen microorganismos, decolora el azul de metileno y cambia el valor cromático de la resazurina; la fosfatasa, se forma por la fosfatasa alcalina y ácida, la primera se inactiva por pasteurización y es por esto que se la utiliza para evaluar si la leche está bien pasteurizada; la lisozima, es bacteriostática, esta hidroliza el polisacárido que forma la pared celular de algunas bacterias. El mismo autor asegura que también están presentes otras enzimas tales como, proteasas, amilasas, lactasa, aldolasa, oleína y deshidrogenasa³³.

Enzimas de la leche, (ver cuadro 1).

³¹ Ibid. p. 41.

³² VARGAS, Triana. Calidad e inocuidad de la leche y productos lácteos. Facultad de Ciencias Veterinarias, Departamento de Salud Pública. En III Foro Venezolano de La Leche. P.34 Disponible en:

<<http://www.mific.gob.ni/Portals/0/Portal%20Empresarial/Calidad%20e%20inocuidad%20de%20la%20leche%20y%20productos%20lacteos.pdf>> (20/04/2014).

³³ REVILLA, Aurelio. Tecnología de la leche: procesamiento, manufactura y análisis. México: Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, 1976. p. 36.

Cuadro 1. Enzimas de la leche

Enzima	Localización en la leche	Características
Lipasa	90% en las micelas y 10% en el lactosuero	Responsable de reacciones de rancidez, sobrevive a la pasteurización y puede reactivarse en productos esterilizados; pH óptimo 8,6
Proteasa	Asociada con las micelas	Resistencia al calor, actividad de endopeptidasa, se encuentra en muy bajas concentraciones; pH óptimo 8,8
Fosfatasa alcalina	80% en la membrana del glóbulo de grasa y el resto en la fase acuosa	Usada como índice de pasteurización adecuada, puede haber reactivación en productos tratados con altas temperatura.
Catalasa	Asociada con la membrana del glóbulo de grasa, con las micelas y con el suero	Aumenta por leucocitos y se usa como prueba de mastitis; pH óptimo 7,0
Lactoperoxidasa	Lactosuero	La más resistente al calor, usada para detectar tratamientos térmicos muy fuertes en productos lácteos; pH óptimo 6,8
Xantina oxidasa	Asociada con la membrana del glóbulo de grasa	Se desconoce su función en la leche.

Fuente: VIELMA R. Rosa Alba. Carbohidratos. Universidad de los Andes. Venezuela. p. 35. <https://ingjulian.files.wordpress.com/2010/08/bioquimica-de-la-leche.pdf> (28 Ene. 2016)

4.1.2 Producción de leche. “La producción de leche a nivel mundial que se estimó para el año 2012, fue de 754 millones de toneladas”³⁴. En Colombia para el mismo periodo la producción fue de 6.518 millones de litros, de los cuales 279 millones de litros se produjeron en el departamento de Nariño, donde el 60% la capta los intermediarios, el 26 % es procesada por la industria, el 8% es destinada para el autoconsumo y el 4% tiene otros usos^{35. 36. 37}. “Los precios de compra del litro de leche informal, fluctúa entre \$500 a \$700, en tanto que los compradores formales, incluidas bonificaciones voluntarias en el periodo Octubre – Diciembre de 2012 oscilo entre \$ 800 y \$ 850”³⁸.

³⁴ Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, FAO. Producción y productos lácteos. Producción lechera. Disponible en: <http://www.fao.org/agriculture/dairy-gateway/produccion-lechera/es/#.Vqfw5JrhDIU>. Fecha de consulta: 26 Ene. 2016.

³⁵ FEDEGAN. Op. Cit., p. 1.

³⁶ MINISTERIO DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL. Consolidado Agropecuario de Nariño. Secretaria de Agricultura y Medio Ambiente. Departamento de Nariño, 2012.

³⁷ DANE 2012, Citado por LÓPEZ M. y OJEDA C. Plan estratégico para las pymes del sector lácteo en el municipio de San Juan de Pasto 2014-2019. Tesis Doctoral.2015. 316 p.

³⁸ SAGAN 2012, Citado por LÓPEZ M. y OJEDA C. Plan estratégico para las pymes del sector lácteo en el municipio de San Juan de Pasto 2014-2019. Tesis Doctoral.2015. 316 p.

4.2 EL LACTOSUERO

La resolución del Ministerio de Salud 02310 de 1986 en el artículo 6, define al lactosuero como “el producto residual obtenido a partir de la leche en la elaboración del queso o la mantequilla”³⁹.

Poveda, E., afirma que:

El lactosuero o suero de leche se define como un subproducto lácteo obtenido durante la fabricación del queso que aunque no constituye un sustituto integral de la leche de vaca por ser una fracción de la misma, contiene nutrientes y compuestos con potenciales beneficios nutricionales y funcionales. El lactosuero, según el método que se utilice para separar la cuajada del queso, que puede ser, coagulación ácida o coagulación enzimática (por el cuajo), se puede obtener, lactosuero ácido o dulce⁴⁰.

El lactosuero dulce, “se genera debido a la coagulación enzimática. Una vez que la leche alcanza la temperatura para la coagulación, se adiciona una enzima proteolítica en cantidad suficiente para que la coagulación se produzca en un tiempo determinado, tanto la temperatura y el tiempo de coagulación dependerán del tipo de queso. Se pueden utilizar coagulantes como la quimosina, pepsina o una mezcla de ambas”⁴¹.

El lactosuero ácido, “se produce por coagulación ácida, se adiciona un ácido mineral u orgánico o por la acción de los microorganismos propios de la leche. Cuando el valor de pH llega a 4.6, que corresponde al punto isoeléctrico de las caseínas, están floculan formando un precipitado más o menos granuloso, pero si la acidificación se da lentamente, se formará un coágulo liso y homogéneo que ocupará el volumen inicial de la leche”⁴².

En la tabla 3, se muestra la composición del lactosuero.

³⁹ COLOMBIA. MINISTERIO DE SALUD. Resolución número 02310 del 24 de Febrero de 1986. Disponible en: https://www.invima.gov.co/images/stories/resoluciones/resolucion_02310_1986.pdf (20/04/2014).

⁴⁰ POVEDA, Elpidia. Suero lácteo, generalidades y potencial uso como fuente de calcio de alta biodisponibilidad. Revista chilena de nutrición, 2013, vol. 40, no 4, p. 397-403.

⁴¹ CÓRDOBA MÁRQUEZ, Rubén. Metodología alternativa para la utilización del suero de queso en base a derivados de la industria cañera, 2013. p. 18.

⁴² Ibid. p. 18.

Tabla 3. Composición del lactosuero

Componente (g/L)	Suero dulce	Suero ácido
Sólidos totales	63-70	63.0-70.0
Lactosa	46.0-52.0	44.0-46.0
Grasa	0.0-5.0	0.0-5.0
Proteína	6.0-10.0	6.0-8.0
Calcio	0.4-0.6	1.2-1.6
Fósforo	0.4-0.7	0.5-0.8
Potasio	1.4-1.6	1.4-1.6
Cloruros	2.0-2.2	2.0-2.2

Fuente. POVEDA, Elpidia. Suero lácteo, generalidades y potencial uso como fuente de calcio de alta biodisponibilidad. Revista chilena de nutrición, 2013, vol. 40, no 4, p. 397-403

4.2.1 Componentes del lactosuero

4.2.1.1 Proteínas. Álvarez M.⁴³, sostiene que, estas son denominadas proteínas séricas con excelentes propiedades funcionales y un alto valor nutritivo cuyos aminoácidos (lisina, triptófano y aminoácidos azufrados) son considerados biológicamente óptimos y son altamente utilizados en la industria alimentaria. Las proteínas más utilizadas del lactosuero son la alfa-lactoalbumina y beta-lactoglobulina entre otras (lactoferrina, inmunoglobulinas, glicomacropéptidos).

Respecto a las proteínas del lactosuero, Baró L., *et al.*⁴⁴, expone que, el lactosuero representa una rica y variada mezcla de proteínas secretadas y que poseen amplio rango de propiedades químicas, físicas y funcionales, concretamente, las proteínas del lactosuero suponen alrededor del 20% de las proteínas de la leche de vaca. Estas proteínas no sólo juegan un importante papel nutritivo como una rica y balanceada fuente de aminoácidos, sino que además, en muchos casos, parecen ejercer determinados efectos biológicos y fisiológicos in vivo, (Ver cuadro 2).

⁴³ ÁLVAREZ MIRA, María Clara. Caracterización fisicoquímica de los diferentes tipos lactosueros producidos en la Cooperativa Colanta LTDA. 2013. Tesis Doctoral. Corporación Universitaria Lasallista. P.42

⁴⁴ BARÓ RODRÍGUEZ, Luis, *et al.* Péptidos y proteínas de la leche con propiedades funcionales. Repositorio Institucional de la Universidad de Granada. Revistas ARS Pharmaceutica. Ars Pharma APh, vol. 42(3-4) > 2001. p. 11.

Cuadro 2. Efecto funcional de las proteínas del lactosuero.

Proteína	Efecto funcional
Proteína del lactosuero	Inmunoestimulador
β-Lactoglobulina	Función digestiva
α-Lactoalbúmina	Anticarcinogenico
Lactoferrina	Antimicrobiano
Inmunoglobulinas	Inmunidad pasiva
Lactoperoxidasa	Antibacteriano
Factores de crecimiento	Reparación y protección de la mucosa intestinal

Fuente. BARÓ RODRÍGUEZ, Luis, *et al.* Péptidos y proteínas de la leche con propiedades funcionales. 2001. p. 1-11.

4.2.1.2 Lactosa. “El lactosuero de leche contiene hidratos de carbono en forma de lactosa o azúcar de leche, 100 gramos (g) de lactosuero de leche líquida contienen 4,7 g de azúcar de leche. La lactosa es el componente principal del lactosuero de leche y la que le confiere sus propiedades más importantes”⁴⁵.

La lactosa del lactosuero tiene varias propiedades interesantes, presenta poder edulcorante (20 a 30% del poder edulcorante de la sacarosa), capacidad de fijación de aromas y de adsorción de pigmentos, temperatura de caramelización superior a la de otros azúcares, poder emulsificante y agregante, solubilidad en agua, reducida higroscopicidad, aumento de la presión osmótica, alta estabilidad (química, física y microbiológica) ante la humedad. Estos aspectos le brindan a la lactosa amplios usos industriales⁴⁶.

“La hidrólisis de la lactosa permite obtener jarabes de glucosa y galactosa que son ampliamente utilizados en pastelería, confiterías, helados, jarabes, salsas dulces, entre otros, por su alto poder edulcorante y por la propiedad de retención de agua libre, además de la facilidad de caramelización”⁴⁷.

“Si bien las proteínas son el componente con mayor valor agregado en el lactosuero, la lactosa es el componente mayoritario y ambos son de igual importancia comercial, por sus propiedades nutricionales, funcionales y tecnológicas”⁴⁸.

⁴⁵ VELA GUTIÉRREZ, Gilber, *et al.* Bebida probiótica de lactosuero adicionada con pulpa de mango y almendras sensorialmente aceptable por adultos mayores. revista reciteia, 2012, p. 7.

⁴⁶ CÓRDOBA. Op. Cit. p. 25

⁴⁷ RAMÍREZ NAVAS, J. S. Aprovechamiento Industrial de Lactosuero. En XV Congreso Latinoamericano de Estudiantes de Ingeniería Química-XV COLAEIQ. p. 50.

⁴⁸ POSADA, Katherine; TERÁN, Diana Milena y RAMÍREZ-NAVAS, Juan Sebastián. Empleo de lactosuero y sus componentes en la elaboración de postres y productos de confitería. La alimentación latinoamericana, 2011, p. 66.

4.2.1.3 Agua. Bucheli M.⁴⁹, señala que la mayor parte del agua de la leche se encuentra contenida en el lactosuero. “En el agua están las sustancias solubles, como lactosa, sales minerales, entre otras, el porcentaje de agua contenida en el lactosuero es de 93.56% con 6.44% de sólidos totales”⁵⁰.

4.2.1.4 Minerales. “En cuanto a minerales, el lactosuero puede contener aproximadamente el 90% del calcio, potasio, fósforo, sodio y magnesio presente en la leche”⁵¹.

Por su parte Cuartas B., citado por Morales. R⁵², menciona que los minerales presentes en el lactosuero (calcio, sodio, potasio, magnesio, fosfatos, cloruros, citratos y caseinatos); se encuentran disueltos o en forma de complejos con la caseína, de todos estos minerales, el calcio es un nutriente esencial que no está disponible en muchos productos de consumo habitual.

4.2.2 Usos del lactosuero. “El lactosuero y sus derivados, son utilizados en una gran variedad de productos: pastelería (galletas, dulces, panes, pasteles), dulces (caramelos, chocolates), productos lácteos (margarinas, quesos, yogures), bebidas (zumos de frutas, bebidas energéticas), concentrados (alimentación animal) helados, jarabes, productos cárnicos, salsas, y aderezos de ensaladas”⁵³.

Según Posada K., *et al.*⁵⁴, el lactosuero es el producto lácteo menos costoso en la industria confitera, en la mayoría de estos productos de confitería se utiliza hasta el 3% de lactosuero dulce en polvo y por lo menos el 10% de lactosa. Los concentrados de proteína del lactosuero también se añaden a los quesos procesados y quesos cremosos para incrementar la textura, color, apariencia y aumentar el contenido proteico y de calcio. Estos también se emplean como reemplazantes de la grasa de bebidas lácteas bajos en calorías, proporcionando una textura similar a la de los yogures enteros. “Son utilizados en la elaboración de helados, obteniendo productos con menor contenido de grasa, mayor estabilidad al punto de congelación, sirve de sustituto para la incorporación de aire”⁵⁵.

⁴⁹ BUCHELI. Op. Cit., p. 47.

⁵⁰ MONSALVE, Jorge y GONZÁLEZ, Danelis. Elaboración de un queso tipo ricotta a partir de suero lácteo y leche fluida. *Revista Científica*, 2005, vol. 15, no 6, p. 543-550.

⁵¹ POVEDA. Op. Cit., p. 403

⁵² CUARTAS B., citado por MORALES LOZANO, Rogelio Adolfo. Elaboración de una bebida de tipo funcional para la alimentación a partir de lactosuero. Trabajo de grado para optar el título de Ingeniero Químico. México D.C. Universidad Veracruzana. Facultad de Ciencias Químicas Ingeniería Química, 2011. p. 56.

⁵³ *Ibid.* p. 28.

⁵⁴ POSADA. Op. Cit., p.73.

⁵⁵ DIAZ, Olga; PEREIRA, Carlos D y COBOS, Ángel. Aplicaciones de los concentrados y aislados de proteínas de lactosuero en la industria alimentaria. *Alimentaria*, 2009, no 400, p. 108-115.

Por su parte Bucheli M.⁵⁶, afirma que el lactosuero que se utiliza para la alimentación animal, puede ser en polvo, concentrado o líquido. El lactosuero líquido es muy utilizado en la alimentación de porcinos y se lo mezcla con papa y algunos granos. El lactosuero concentrado mezclado con melaza en las mismas proporciones más urea y minerales (excepto calcio), se los suministra al ganado vacuno. La utilización de lactosuero en polvo es muy común en la alimentación de cerdos y aves, esto incrementa la ganancia de peso y mejora la conversión alimenticia, en estas especies; en aves la inclusión de este, es del 3 al 4% de la ración total, donde se consigue los mejores resultados, mientras que en cerdos, por ser más tolerantes se adiciona del 15 al 20% del total de la ración. En ensilajes se lo utiliza para que la fermentación sea más rápida y completa, entre otros beneficios.

4.2.3 Características del lactosuero. Según el Ministerio de Salud en el artículo 52, del capítulo VIII, de la resolución número 02310 de 1986, el lactosuero debe presentar las características que se aprecian en la tabla 4.

Tabla 4. Características fisicoquímicas del lactosuero

PARÁMETRO	LÍQUIDO	EN POLVO
Acidez como ácido láctico %m/m, máximo	0.40	4.0
Cenizas % m/m, máximo	0.80	10
Lactosa % m/m, mínimo	4.5	70.0
Sólidos totales % m/m, mínimo	5.5	95.0
Proteínas % m/m, mínimo	0.7	12

Fuente: Resolución 02310 del Ministerio de Salud.

Esta resolución del Ministerio de Salud en el artículo 53 del mismo capítulo estipula las condiciones especiales del lactosuero, dichas características son, “Debe estar exento de cualquier otro aditivo no contemplado en el capítulo correspondiente a quesos; debe estar prácticamente exento de sustancias tóxicas y residuos de drogas o medicamentos; para residuos de plaguicidas deben tenerse en cuenta las normas oficiales de carácter nacional o en su defecto las normas Internacionales Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura – Organización Mundial de la Salud FAO/OMS u otras adoptadas por el Ministerio de Salud⁵⁷”.

⁵⁶ BUCHELI, Op. Cit. p. 47.

⁵⁷ COLOMBIA, MINISTERIO DE SALUD, resolución número 02310 de 1986 (24 de Febrero de 1986) Por la cual se reglamenta parcialmente el Título V de la Ley 09 de 1979, en lo referente a procesamiento, composición, requisitos, transporte y comercialización de los Derivados Lácteos. n Bogotá, D.C., 1988. P. 1-41 Disponible en: <https://www.invima.gov.co/images/stories/resoluciones/resolucion_02310_1986.pdf>

De igual forma en el artículo 54, que habla sobre la utilización del lactosuero, se acuerda lo siguiente, "Prohíbese la venta o destinación del lactosuero para consumo humano directo. Podrá utilizarse como ingrediente o materia prima de un proceso, cuando se higienice adecuadamente". Sobre la denominación del lactosuero, el artículo 55, establece que, "el lactosuero debe denominarse en el rótulo según la clase a que corresponda, seguido del proceso a que haya sido sometido, por ejemplo: lactosuero en polvo parcialmente desmineralizado"⁵⁸.

4.2.4 Beneficios del lactosuero. Álvarez M.⁵⁹, menciona que el lactosuero posee varios beneficios de los cuales se recalca su permanencia soluble y estabilidad a pH bajos por lo que es apropiado su uso en productos acidificados, de igual modo es también estable a altas temperaturas, tiene una muy buena capacidad de gelatinización y su resistencia está influenciada primordialmente por la concentración de proteína. Además, provee textura, tiene un sabor neutro, tiene alta digestibilidad, es una fuente rica en proteína y puede reemplazar la leche en polvo descremada en la elaboración de helados para reducir costos. También, dispone de una buena capacidad para aumentar la viscosidad, lo que permite estabilizar emulsiones en los productos horneados.

"Otro de los beneficios reportados son las propiedades de los fragmentos específicos de las proteínas del lactosuero considerado como alimento funcional"⁶⁰. Por su parte Hartmann R.⁶¹, menciona que, en la actualidad, los péptidos bioactivos obtenidos a partir del lactosuero, son constituyentes fundamentales de algunos productos comercializados como alimentos funcionales o nutracéuticos, en los cuales son añadidos o enriquecidos modificando los procesos usuales de manufactura. Estos alimentos funcionales que contienen péptidos bioactivos, se pueden desarrollar mejorando la biodisponibilidad de los mismos en productos lácteos existentes o creando nuevos a través de la adición o fortificación de fracciones aisladas de estos péptidos.

4.3 LA CARRAGENINA

Tituaña M.⁶², menciona que, las carrageninas pertenecen a un grupo de polisacáridos sulfatados y forman parte de la estructura principal de unas

⁵⁸ Instituto Nacional de Vigilancia y Control de Medicamentos y Alimentos-INVIMA. "Resolución 2310 de 1986 por la cual se legisla el procesamiento, composición, requisitos, transporte y comercialización de los Derivados Lácteos." (1986).

⁵⁹ ÁLVAREZ. Op. Cit., p. 42

⁶⁰ Carrasco, C. A., & Guerra, M. (2010, January). Lactosuero como fuente de péptidos bioactivos. In *Anales Venezolanos de Nutrición* (Vol. 23, No. 1, pp. 42-49).

⁶¹ HARTMANN, Rainer; MEISEL, Hans. Food-derived peptides with biological activity: from research to food applications. *Current opinion in biotechnology*, 2007, vol. 18, no 2, p. 163-169.

⁶² TITUAÑA CALAPIÑA, Maricela Verónica. Obtención de mermelada de guayaba (*Psidium, Guajava L.*) utilizando tres niveles de pulpa de sábila (*Aloe vera barbadensis*) y carragenina para la industria pastelera en la universidad estatal de Bolívar. (Trabajo de grado). Guaranda – Ecuador: Universidad Estatal de Bolívar. 2013. p. 15.

variedades de algas rojas de la clase *Rhodophyceae*, (ver figura 3). Debido a sus grupos sulfato son fuertemente aniónicos y esto facilita la interacción con moléculas catiónicas y anfotéricas, como proteínas. También son solubles en agua, forman soluciones de alta viscosidad formando geles, razón por la cual son utilizados en la industria alimentaria.

Figura 3. Algas marinas rojas de las especies *Gigartina*, clase *Rhodophyceae*



Fuente: TITUAÑA CALAPIÑA, Maricela Verónica. Obtención de mermelada de guayaba (*Psidium*, Guajava L.) utilizando tres niveles de pulpa de sábila (*Aloe vera barbadensis*) y carragenina para la industria pastelera en la universidad estatal de Bolívar. (Trabajo de grado). Guaranda – Ecuador: Universidad Estatal de Bolívar. 2013. p. 15.

Solís I.⁶³, asegura que las carrageninas son cadenas lineales de unidades repetitivas de D-galactosa y 3,6 anhídrido galactosa (3,6 AG), unidas a través de enlaces glicosídicos α -1,3 y β -1,4, a excepción de la carragenina lambda, que solo está compuesta de unidades de D-galactosa. También contienen grupos de éster sulfato en diferentes proporciones, de acuerdo al tipo de carragenina.

4.3.1 Propiedades de las carrageninas. Según Porto S., citado por Tituaña M.⁶⁴, las carrageninas funcionan como gelificante, retenedor de humedad, espesante, agente de suspensión y estabilizante, dependiendo del tipo de esta. Proporciona al producto final textura, consistencia y reducción en la sinéresis.

La FAO, citado por Solís I.⁶⁵, menciona que, la capacidad de las carrageninas de reaccionar con las proteínas, depende de múltiples factores, tales como la concentración de carragenina, tipo de proteína, pH y punto isoeléctrico de la proteína.

⁶³ SOLÍS BRAVO, Inelia María. Estudio comparativo de las propiedades finales de extractos de carragenina κ -I / κ -II utilizando distintas algas productoras de carragenina κ -II. (Trabajo de grado). Valdivia, Chile: Universidad Austral de Chile, 2007. p. 5.

⁶⁴ Ibid. p. 18.

⁶⁵ SOLÍS. Op. Cit., p. 15.

Por su parte Drohan *et al.*, y Langendorff *et al.*, citados por el mismo autor, mencionan que, una de las principales aplicaciones de las carrageninas se realiza en productos lácteos, en los cuales se la utiliza para conferir viscosidad y agente gelificante y estabilizante, esto se debe a la capacidad de interacción que posee la carragenina con las proteínas de la leche⁶⁶.

4.3.1.1 Viscosidad. Se puede definir como una medida de la resistencia a la deformación del fluido. La FAO, Whistler y Bemiller., citados por Tituaña M.⁶⁷, mencionan que las carrageninas pueden formar soluciones acuosas de alta viscosidad, ya que su estructura macromolecular es lineal y es de naturaleza polielectrolítica. Los grupos éster sulfato de carga negativa, se repelen entre sí, alrededor de las cadenas y esto hace que la molécula permanezca extendida; su naturaleza hidrofílica hace que la molécula quede recubierta de agua. Todo esto causa la resistencia al fluido.

Por su parte GELYMAR, citado por el mismo autor expone que, cuando se somete a las carrageninas a temperaturas altas, la viscosidad de las soluciones baja y mientras la temperatura disminuye en el sistema, esta propiedad aumenta. Las carrageninas K-I, K-II e iota, como poseen propiedad gelificante al momento que se enfría el sistema, la viscosidad se aumenta gradualmente hasta que se forma el gel.

4.3.1.2 Gelificación. Whistler y Bemiller, citados por Tituaña M.⁶⁸, exponen que, las carrageninas forman geles termorreversibles bajo las condiciones de solvente y ciclos de calentamiento y enfriamiento apropiados. La formación del gel implica varios cambios estereoquímicos dentro de la molécula. En estado de sol, las moléculas de carragenina se presentan como cadenas simples y aleatorias, las que posteriormente debido al enfriamiento, forman la estructura energéticamente más favorable, en donde las moléculas adoptan una conformación ordenada de doble hélice, las que luego se agregan, para formar una red tridimensional que dará origen a un gel estable y firme.

4.3.1.3 Estabilidad. Según Salari citado por Alarcón Y.⁶⁹, se entiende por estabilidad de bebidas y productos lácteos ácidos, todas las medidas para conseguir efectos de calidad deseados en el producto y conservarlos el mayor tiempo posible durante su almacenamiento y venta. Además, afirma que regulan la palatabilidad y viscosidad del producto y lo hace tanto, ligeramente como altamente viscoso.

⁶⁶ Ibid. p. 14.

⁶⁷ TITUAÑA. Op. Cit., p. 18.

⁶⁸ Ibid. p. 14-15.

⁶⁹ ALARCÓN. Op. Cit., p. 18.

Por su parte Glicksman y GELYMAR, citados por Solís I.⁷⁰, mencionan que: la mayor estabilidad de las soluciones de carragenina se encuentra entre pH 11.0 a 4.5, mientras que el gel es estable entre pH 12.0 a 3.7. Bajos valores de pH junto a la alta temperatura causa la hidrólisis de las moléculas de carragenina, lo que a su vez, origina una baja en la viscosidad y disminución de la fuerza del gel, sin embargo, una vez formado el gel no hay hidrólisis.

4.3.2 Tipos de carrageninas. Van de Velde *et al*, citado por Solís I.⁷¹, aseguran que las carrageninas se clasifican según la presencia de 3,6 anhídrido galactosa (AG) como también por el número y posición de los grupos éster sulfato, los cuales determinan las propiedades y características de estas. Por lo anterior existen los tipos de carrageninas como: kappa-I (κ -I), kappa-II (κ -II), iota (I) y lambda (λ), las cuales tienen interés comercial. También existen los tipos mu (μ), un (ν), xi (ξ), theta (θ) y pi (π), (ver tabla 5).

Tabla 5. Contenido de componentes químicos y peso molecular

Tipo de Carragenina	Peso molecular (kDa)	Ester sulfato (%)	3,6 Anhidro Galactosa (%)
Kappa-I	100 – 300	24 – 25	35 – 40
Kappa-II	300 – 500	25 – 28	32 – 34
Iota	500 – 700	30 – 32	28 – 32
lambda	> 700	35	0

Fuente. SOLÍS BRAVO, Inelia María. Estudio comparativo de las propiedades finales de extractos de carragenina κ -i / κ -ii utilizando distintas algas productoras de carragenina κ -II. (Trabajo de grado). Valdivia – Chile: Universidad Austral de Chile, 2007. p. 5.

4.3.2.1 Kappa I. “Esta carragenina es la de mayor poder de gelificación. Posee un contenido de éster de sulfato entre un 24% y un 25%, entre un 35% y un 40% de 3,6 AG. Debido a su alto contenido de 3,6 AG, este tipo de carragenina produce geles firmes y quebradizos en agua con alta sinéresis. Requiere de alta temperatura para su completa disolución (aproximadamente 75°C), impartiendo baja viscosidad al sistema en el cual se aplica”⁷².

4.3.2.2 Iota. “Forma un gel muy elástico en agua, resistente a ciclos congelados y descongelados. Posee un contenido entre un 30% y 32 % de éster de sulfato y entre un 28% y un 32% de 3,6 AG. Forma geles muy elásticos en agua y leche con baja sinéresis. Requiere de temperatura para su completa disolución aproximadamente 65°C”⁷³.

⁷⁰ SOLÍS. Op. Cit., p. 14.

⁷¹ Ibid. p. 5.

⁷² TITUANA. Op. Cit., p. 16.

⁷³ Ibid. p. 17.

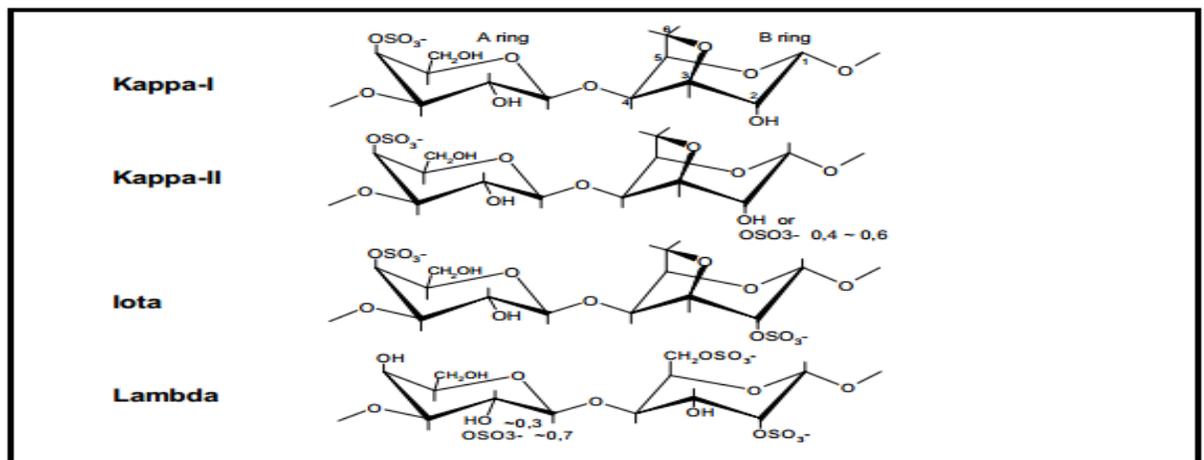
4.3.2.3 Lambda. “Es la única fracción de las carrageninas que no requiere temperatura para su solubilidad. Es soluble en agua y leche fría, impartiendo alta viscosidad en estos sistemas haciéndola altamente recomendable para preparación en polvo instantáneo. La carragenina Lambda posee un contenido de alrededor de un 35% de éster de sulfato y un 0% de 3,6 AG, lo que contiene su alta capacidad de agente espesante y estabilizante”⁷⁴.

4.3.2.4 Kappa II.

En el ámbito industrial, las carrageninas Kappa II son extraídas de algas del género *Gigartina*, que crecen exclusivamente en aguas frías, características de las costas del sur de Chile en Suramérica. Poseen un contenido de éster sulfato de 25% a 28% y 32% a 34% de 3,6 AG. Forman geles firmes y elásticos en agua y leche, con moderada sinéresis, requieren de temperatura para completar su solubilidad y su viscosidad es un poco mayor que la carragenina Kappa I, dado su mayor peso molecular. La principal característica de las carrageninas Kappa II es su alta reactividad con proteínas, especialmente proteína láctea⁷⁵.

En la figura 4, se muestra la estructura química de las carrageninas.

Figura 4. Estructura química de las carrageninas de importancia comercial



Fuente. SOLÍS BRAVO, Inelia María. Estudio comparativo de las propiedades finales de extractos de carragenina κ-i / κ-ii utilizando distintas algas productoras de carragenina κ-II. (Trabajo de grado). Valdivia – Chile: Universidad Austral de Chile, 2007. p. 6.

4.3.3 Interacción de las carrageninas con el sistema lácteo.

Las caseínas de la leche tienen la particularidad de agruparse en micelas, las cuales a su vez están formadas por la asociación de submicelas a través de

⁷⁴ Ibid. p. 17.

⁷⁵ Ibid. p. 17

puentes de fosfato de calcio, las submicelas son agrupaciones esféricas de varias moléculas de caseína unidas por atadura hidrófobas y electrostáticas, donde las zonas hidrófobas de la caseína están orientadas hacia el exterior de la submicela, la k-caseína está localizada en la periferia de la micela con una parte terminal hidrófila que se comporta como cadena flexible en el solvente formando una capa alrededor de las micelas de la caseína y dándole estabilidad coloidal⁷⁶.

4.3.4 Aplicaciones de las carrageninas. Según Porto S., citado por Tituaña M.⁷⁷, las carrageninas se las utiliza en productos como.

4.3.4.1 Lácteos. Helados, bebidas achocolatadas, flanes, pudines, crema de leche, yogures, postres cremosos, quesos, postres en polvo, leche de coco.

4.3.4.2 Confitería. Postres tipo gelatina, jaleas, dulces en pasta, caramelos de goma, confites, merengues.

4.3.4.3 Cárnicos. Jamón, mortadela, hamburguesa, patés, aves y carnes procesadas.

4.3.4.4 Bebidas. Clarificación y refinación de zumos, cervezas, vinos y vinagres, jarabes, zumos de fruta en polvo.

4.3.4.5 Panificación. Coberturas de tartas, rellenos de tortas, masas de pan.

4.3.5 Carragenina como aditivo. En productos lácteos como leches fermentadas, leches saborizadas, según la resolución 02310 de 1986 del Ministerio de Salud⁷⁸, estipula que, la cantidad máxima de carragenina que se puede utilizar en la elaboración de estos productos, es de 5 g/kg.

4.4 EL MANGO (*Mangifera indica*)

Rajkumar P., *et al.*, citados por Quintero V., *et al*⁷⁹, afirman que, el mango es una de las principales frutas tropicales del mundo debido a su contenido de vitaminas, minerales y a su agradable sabor y aroma, con lo cual se convierte en una de las frutas más apetecibles y demandadas por los consumidores.

⁷⁶ ALARCÓN. Op. Cit., p. 18.

⁷⁷ TITUAÑA. Op. Cit., p. 21.

⁷⁸ COLOMBIA. MINISTERIO DE SALUD. Instituto Nacional de Vigilancia y Control de Medicamentos y Alimentos (INVIMA). Resolución 2310 de 1986 por la cual se legisla el procesamiento, composición, requisitos, transporte y comercialización de los Derivados Lácteos. (1986). 39 p.

⁷⁹ RAJKUMAR P., *et al.*, citados por QUINTERO, Víctor D.; GIRALDO, Germán A y CORTES, Misael. Desarrollo de pulpa de mango común tratada enzimáticamente y adicionada con calcio, oligofructosa y vitamina c. Temas Agrarios, 2011, vol. 16, no 1.

Por su parte Alcentral, citado por Mendoza F.⁸⁰, menciona que el mango es una fruta tropical obtenida del árbol del mismo nombre, árbol de la familia de las *Anacardiáceas* el cual tiene forma ovalada o esferoidal, con piel no comestible y color variable entre amarillo, verdoso y rojo intenso, la pulpa es pegajosa de color amarillo anaranjado, y tiene una semilla dura y aplanada en su interior. Su tamaño varía entre 5-20 cm de longitud y 300-400 g de peso, (Ver figura 5).

En el cuadro 3, se puede apreciar la clasificación taxonómica del mango.

Cuadro 3. Clasificación taxonómica del mango

Reino	vegetal
Clase	Dicotiledóneas
Subclase	Rosidae
Orden	Sapindales
Suborden	Anacardiineae
Familia	Anacardiaceae
Género	<i>Mangifera</i>
Especie	M. indica L

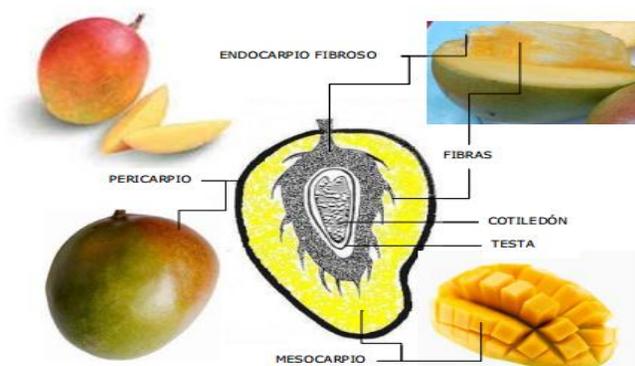
Fuente. CONTRERAS Camilo. Caracterización y pruebas de patogenicidad cruzada entre aislamiento de colletotrichum spp. Bogotá: pontificia universidad javeriana, 2006. p. 20.

“Las cáscaras de mango de las variedades (Keitty, Tommy, Atkins) tienen potencial en la agroindustria, como componentes de alimentos procesados en formulaciones prebióticas debido a que son fuente potencial de antioxidantes y de fibra dietética, especialmente celulosa”⁸¹.

⁸⁰ ALCENTRAL, citado por MENDOZA CORBIS, Fernando. Evaluacion de las condiciones de secado por aspersion de un producto a base de lactosuero y pulpa de mango variedad Magdalena river (*Mangifera indica*) adicionado con Bifidobacterium bifidum. Trabajo de grado Máster en Ciencias Agroalimentarias con énfasis en Ciencias. Ciénaga de oro: Universidad de Córdoba, Facultad de Ingenierías, Programa de Ingeniería de Alimentos, 2015. 206 p.

⁸¹ COCK, Liliana Serna; LEÓN, Cristian Torres. Potencial agroindustrial de cáscaras de mango (*Mangifera indica*) variedades Keitt y Tommy Atkins. Acta Agronómica, 2015, vol. 64, no 2, p. 110-115.

Figura 5. Morfología del mango



Fuente: TORRES, Juan Diego. Optimización de las condiciones de operación de tratamientos osmóticos destinados al procesado mínimo de mango (*Mangifera indica* L.). Valencia, España: Universidad Politécnica de Valencia, 2007. p. 7

4.4.1 Composición nutricional y funcionalidad del mango. Martínez, citado por Torres J.⁸², expone que, el mango es una fruta con alto contenido de agua, azúcares, fibra, minerales y vitaminas.

En la tabla 6, se muestra la composición nutricional de la pulpa de mango fresca.

Tabla 6. Composición nutricional promedio de pulpa de mango (cantidades dadas por 100gramos de pulpa fresca)

Macronutrientes	Gramos	Minerales	Miligramos
Agua	83.5	Ca	11
Proteína	0.8	Fe	0.16
Grasa	0.4	Mg	19
CHOS	15.0	P	14
Fibra	1.6	K	168
Azúcares	13.7	Na	1
Energía (Kcal)	60	Zn	0.09

Fuentes: USDA National Nutrient Database for Standard Reference. Beltsville, U.S.A.: USDA Nutrient Data Laboratory, and the Food and Nutrition Information Center and Information Systems Division of the National Agricultural Library. 2011 <http://ndb.nal.usda.gov/>.

Masibo M. y Pierson J., citados por Medrano A.⁸³, exponen que, el mango aporta sustancias con alta capacidad antioxidante (CAOX) las cuales eliminan o inactivan

⁸² MARTÍNEZ, citado por TORRES, Juan Diego. Optimización de las condiciones de operación de tratamientos osmóticos destinados al procesado mínimo de mango (*Mangifera indica* L.). Valencia, España: Universidad Politécnica de Valencia, 2007. p. 9.

⁸³ MASIBO, M. y PIERSON, J., citados por WALL MEDRANO, Abraham, et al. El mango: aspectos agroindustriales, valor nutricional/funcional y efectos en la salud. *Nutrición hospitalaria*, 2014, vol. 31, no n01, p. 67-75.

radicales libres, previniendo con esto el desarrollo de enfermedades relacionadas con el estrés oxidativo como la diabetes lo cual, se debe a la presencia de diversos compuestos fenólicos y provitaminas cuyo tipo y cantidad difiere por la variedad de mango y parte de la planta, su estado de madurez y su manejo pre y post cosecha. El mismo autor cita a Rodríguez, G. y Saucedo, A., quienes aclaran que, la presencia simultánea de estos compuestos con otras macromoléculas afecta seriamente su bioaccesibilidad y biodisponibilidad⁸⁴.

“El mango además, se caracteriza por presentar un contenido elevado de vitaminas y minerales (tales como ácido ascórbico, tiamina, riboflavina, niacina y β -carotenos”⁸⁵.

4.4.2 Valor funcional del mango. Medrano A.⁸⁶, expone que, el mango es un alimento funcional con valor agregado que ha sido subestimado en el terreno de la prevención a la salud, su cáscara resulta una excelente fuente no solo de compuestos fenólicos sino también de fibra igual o mejor que lo ya reportado para el caso de su pulpa; como parte de una alimentación balanceada y funcional, el consumo de mango completo podría tener mejores beneficios que el consumo de pulpa mínimamente procesada.

El mismo autor infiere que como fuentes de compuestos nutraceuticos, tanto la pulpa como la cáscara poseen un perfil específico para el tratamiento de patologías de forma diferencial debido a que aparentemente la proporción de nutrientes que nuestro organismo absorbe del mango y el potencial de este para interactuar con el organismo es aparentemente distinta, producto de estas diferencias es necesario establecer procesos eficientes para el procesamiento del mango y para la extracción de estos compuestos bioactivos tanto de la cascara como la pulpa de mango por el potencial nutraceutico que estas materias primas representan.

4.4.3 Proceso de obtención de la pulpa de mango. Murillo O.⁸⁷, indica el proceso que se realiza para obtener la pulpa de mango.

4.4.3.1 Lavado. La pila de lavado debe contener agua clorada a un nivel de 15 ppm (43 mL de solución de hipoclorito de sodio al 3.5% -cloro líquido comercial- por cada 100 Litros de agua), esto con el fin de reducir la carga microbiana, y de eliminar impurezas y suciedades del fruto. Después del lavado con agua clorada se procede a lavar con agua potable para eliminar cualquier residuo de cloro.

⁸⁴ Ibid. p. 9.

⁸⁵ PRIETO, J.J., COVARRUBIAS, J.E., CADENA, A.R. Y VIERA, J.F. Paquete tecnológico para el cultivo de mango en el Estado de Colima. 2012; 3: 56.

⁸⁶ MEDRANO. Op. Cit., p. 75.

⁸⁷ MURILLO G. Olga Marta. Dirección de Mercadeo y Agroindustria Área Desarrollo de Producto, Tecnóloga de Alimentos. Disponible en: http://www.cnp.go.cr/biblioteca/fichas/Mango_FTP.pdf (20/01/2015).

4.4.3.2 Escaldado. El propósito es producir los siguientes efectos: inactivar enzimas (compuestos químicos), sacar el aire ocluido en el interior de la fruta, reducir el número de microorganismos, remover aromas y sabores indeseables, ablanda la fruta para facilitar el despulpado y fijar el color. Existen dos formas principales de efectuar el escaldado: inmersión en agua hirviendo, y aplicación de vapor de agua sobre la fruta. El escaldado se aplica al producto por un tiempo tal que la fruta alcance en su interior una temperatura mínima de 75 °C; en términos generales, el tiempo es de 10 minutos para el caso del uso de agua en ebullición. Con el uso de vapor el producto se expone por 6 minutos.

4.4.3.3 Pelado y troceado. Con esta operación se separa la pulpa de la semilla. Se realiza en forma manual utilizando cuchillos con filo de acero inoxidable, sobre una mesa de trabajo de acero inoxidable también. Los trozos de mango ya listos se colocan en baldes plásticos limpios, para luego ser llevados al despulpador.

4.4.3.4 Despulpado. Para obtener un puré fino, se aconseja refinar el puré pasándolo a través de un despulpador con una malla bien fina, que asegure la remoción de partes indeseables. En el despulpado la fruta se somete a un proceso de reducción de tamaño, por lo que se obtiene una especie de puré. El tamaño de malla recomendado es de 0.5 mm. La materia que se separa de la pulpa mediante este proceso se recibe en baldes plásticos y se separa del proceso.

4.4.3.5 Tratamiento térmico. En la marmita la pulpa recibe un tratamiento térmico adecuado para evitar su deterioro químico y microbiológico. Este tratamiento consiste en aplicar calor hasta que la parte central de la pulpa colocada en la marmita alcance los 95°C. Debe mantenerse a esta temperatura por 10 min.

4.5 ALIMENTOS FUNCIONALES

Martínez K.⁸⁸, señala que los funcionales son alimentos que además, de su contenido nutricional, contribuye beneficiosamente a la salud, porque contienen sustancias denominadas nutraceuticos, que desempeñan acciones específicas en el funcionamiento fisiológico del organismo. Entre estas sustancias están los antioxidantes, compuestos fenólicos, fitoesteroles, ácidos grasos y probióticos; estos se han utilizado para tratar diversas enfermedades respiratorias e intestinales, y para prevenir enfermedades crónico degenerativas como son los infartos, embolias, hipertensión, diabetes, cánceres hormonodependientes (glándulas mamarias, próstata, tiroides).

⁸⁸ MARTINEZ ELIZARLE, Karla. Propiedades Nutraceuticas del Fruto de *Cyrtocarpa procera* Kunth. (Tesis). México: Instituto Politécnico Nacional, 2011. 64 p.

Por su parte Pérez H.⁸⁹, afirma que los alimentos funcionales aportan al organismo determinadas cantidades de vitaminas, grasas, proteínas, hidratos de carbono y otros elementos necesarios, pero cuando un alimento funcional ayuda a la calidad y mantenimiento de la vida y salud o a la prevención de enfermedades, entonces se puede llamar Nutracéutico.

Tomasik, citado por el mismo autor, sostiene que, una categoría de alimentos funcionales de mucha relevancia es la de los denominados alimentos probióticos, que son definidos como aquellos que contienen microorganismos vivos y tienen algún beneficio en la salud debido a que proveen un equilibrio en la flora intestinal⁹⁰.

De igual manera como lo afirma Castellet A.⁹¹, la flora intestinal es el conjunto de bacterias que viven en el intestino, aunque existe flora bacteriana en todo el organismo, más del 95% de ésta vive en el tracto digestivo, sobre todo en el colon. La gran mayoría de estas bacterias no son dañinas para la salud, sino que son benéficas. Sin embargo, la población de esta puede alterarse a causa de diversos factores externos, como cambios en la alimentación, infecciones por parásitos y tratamientos prolongados con antibióticos, situación que rompe el equilibrio del sistema digestivo. Considerando lo anterior, se recomienda el consumo de yogurt o productos lácteos fermentados, debido a que estos contienen probióticos que ayudan a mantener o repoblar la flora intestinal.

4.5.1 Alimentos funcionales. Pérez H.⁹², menciona que dentro de los alimentos funcionales se distinguen.

4.5.1.1 Probiótico. Productos que contienen microorganismos vivos que al ser ingeridos en cantidades suficientes ejercen un efecto positivo en la salud más allá de los efectos nutricionales.

4.5.1.2 Prebiótico. Productos que contienen uno o más ingredientes no digeribles que benefician al consumidor por estimular selectivamente el crecimiento o la actividad de microorganismos específicos de la microflora intestinal.

4.5.1.3 Simbiótico. Es una mezcla de prebiótico y probiótico.

⁸⁹ PÉREZ. Op. Cit., p 28.

⁹⁰ Ibid. p. 24.

⁹¹ CASTELLET SÁNCHEZ, Anna. Intestinos y flora intestinal. Estudios Superiores Presenciales y a Distancia.2012. 18 p. Disponible en: <<http://www.annacastellet.com/files/2012/10/los-intestinos-y-la-flora-intestinal.pdf>> Fecha de consulta: 29 Ene. 2016.

⁹² PÉREZ. Op. Cit., p. 24.

4.6 PRODUCTOS LÁCTEOS FERMENTADOS

Spreer E.⁹³, expone que los productos lácteos fermentados, leches fermentadas o productos de leche ácida, se identifican por su carácter ácido y particular textura, debido a su fermentación láctica más la producción de aroma. Los lácteos fermentados, son de gran importancia nutricional, debido a su baja cantidad de calorías, como la acidez y la proteólisis, que determinan un contenido equilibrado de nutrientes, aumentando de esta manera el valor dietético. Por otro lado, estos productos, generan mayor demanda e incrementan el consumo de leche.

4.6.1 Microorganismos para la elaboración de leches fermentadas. El mismo autor menciona que, “varias especies de bacterias ácido lácticas (BAL) acidificantes en combinaciones entre ellas fermentan parte de la lactosa, y sacarosa añadida, en ácido láctico y en menor cantidad, en otros ácidos orgánicos y sustancias aromáticas. En este proceso también se desdoblán algunas proteínas y el aroma se debe principalmente al diacetilo y el acetaldehído”⁹⁴.

“De igual manera manifiesta que, los cultivos que se utilizan para la obtención del yogurt y bebidas lácteas fermentadas son, de dos especies bacterianas termófilas, *Streptococcus thermophilus* y *Lactobacillus bulgaricus*, en una relación cuantitativa aproximada de 1:1 a 2:3 respectivamente”⁹⁵.

Por su parte Reyes L.⁹⁶, expone que las bacterias ácido lácticas (BAL) se considera que mantienen el equilibrio de la población microbiana en el tracto digestivo al producir sustancias que inhiben el crecimiento de bacterias patógenas, además de digerir la lactosa que es de difícil asimilación por ciertos grupos humanos. Una cantidad suficiente de células viables de BAL debe ser consumida con regularidad para mantener este efecto en el consumidor.

El mismo autor menciona que, “en la actualidad se considera que dentro del grupo de las BAL se encuentran los géneros *Lactobacillus*, *Lactococcus*, *Streptococcus*, *Leuconostoc* y *Bifidobacterium*. La bacteria *S. thermophilus* pertenece al género *Lactococcus* mientras que *L. acidophilus* pertenece al género *Lactobacillus*”⁹⁷.

⁹³ SPREER, Edgar. Lactología industrial: leche, preparación y elaboración, máquinas, instalaciones y aparatos, productos lácteos. España: Acribia, 1991. p. 429.

⁹⁴ Ibid. p. 429.

⁹⁵ Ibid. p. 432.

⁹⁶ ESTÉVEZ. R. Caracterización de la cinética de crecimiento de microorganismos lácticos a través de ultrasonidos y su transformada wavelet. Tesis Doctoral. Oaxaca, México. Instituto Politécnico Nacional Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional Unidad. p. 32 OAXACA. 2011 P. 1-79 Disponible en: <<http://www.repositoriodigital.ipn.mx/handle/123456789/8013?show=full>>

⁹⁷ Ibid. p. 8.

Radke, Mitchell y Sandine⁹⁸, Citados por el mismo autor mencionan que, *S. thermophilus* y *L. bulgaricus* presentan una relación simbiótica en la elaboración de bebidas lácteas fermentas similares al yogurt y su proporción entre especies cambia constantemente durante la fermentación, *S. thermophilus* crece rápidamente al principio utilizando aminoácidos esenciales producidos por *L. bulgaricus*. Mientras *S. thermophilus* produce ácido láctico, lo que reduce el pH a un nivel óptimo para el crecimiento de *L. bulgaricus*. El ácido láctico producido y pequeñas cantidades de ácido fórmico estimulan el crecimiento de *L. bulgaricus*.

4.6.2 Bebidas a base de leche fermentada. Según la Norma Técnica Colombiana 805 de 2002⁹⁹, una bebida láctea a base de leche fermentada es un producto lácteo de consistencia fluida obtenido a partir de la leche fermentada mezclada con otros derivados lácteos e ingredientes higienizados.

El CODEX¹⁰⁰, las define como un producto lácteo obtenido por medio de la fermentación de la leche, que puede haber sido elaborado a partir de productos obtenidos de la leche con o sin modificaciones en la composición según las limitaciones de lo dispuesto en la sección 3.3 (ver tabla 7), por medio de la acción de microorganismos adecuados y teniendo como resultado la reducción del pH con o sin coagulación (precipitación isoeléctrica). Estos cultivos de microorganismos serán viables, activos y abundantes en el producto hasta la fecha de duración mínima.

Tabla 7. Sección 3.3

PARÁMETRO	BEBIDA LÁCTEA FERMENTADA
Proteína láctea	Mínimo. 2,7%
Grasa láctea	Menos del 10%
Acidez valorable, expresada como % de ácido láctico.	Mínimo. 0,3%
Suma de microorganismos UFC/mL	Mínimo 10 ⁷

Fuente: ALIMENTARIUS, CÓDEX. Codex Stan 243-2003. *Norma del Codex para leches fermentadas.*

⁹⁸ Ibid. p. 9.

⁹⁹ COLOMBIA. NORMA TÉCNICA COLOMBIANA. Productos Lácteos. Leches Fermentadas. NTC 805. Bogotá: ICONTEC, 2002. p. 24.

¹⁰⁰ ALIMENTARIUS, CÓDEX. Codex Stan 243-2003. *Norma del Codex para leches fermentadas.*

4.7 ANTECEDENTES

Torres J., *et al.*¹⁰¹, realizaron una investigación en la cual, formularon una bebida saborizada a base de lactosuero. Para la elaboración de dicha bebida utilizaron lactosuero de quesería al cual, le agregaron bicarbonato como neutralizante del pH, leche en polvo y azúcar, posteriormente le agregaron fécula de maíz hidratada como espesante y esencia de coco como saborizante. Realizaron un análisis sensorial y microbiológico al producto. En esta investigación encontraron que la textura se maximizó a menor concentración tanto de fécula como de carbonato, el sabor mejoró a medida que disminuyó la adición del saborizante como de la fécula de maíz y el espesor, aumento al incrementar la concentración de carbonato y al disminuir la concentración de fécula de maíz. Este efecto posiblemente se debió a la estabilización de la acidez por el carbonato, generando un gel estable formado por la fécula de maíz. La mejor formulación que obtuvieron de la bebida de acuerdo al análisis sensorial fue la que contenía: 2% de fécula de maíz, 0.1% de bicarbonato y 0.03% de saborizante. Los resultados microbiológicos indicaron ausencia de mesófilos durante el almacenamiento, en cuanto al pH, este se mantuvo durante los 30 días de la evaluación en 6.7 en promedio, debido a la acción del bicarbonato como neutralizante.

Morales R.¹⁰², en una investigación, determinó la formulación de una bebida de tipo funcional donde se aprovechó el lactosuero ácido. Las formulaciones propuestas consideraron tres mezclas de lactosuero y agua con la adición de néctar de tres sabores; durazno, mango y piña. Los resultados que obtuvo del análisis bromatológico indicaron un valor proteico de 1%, acidez de 0.13 %, expresada como ácido láctico, sólidos totales 6.2%, cenizas 5.5%, azúcares reductores 51.5 y un pH de 5,4. El análisis estadístico realizado a la prueba de preferencia señaló que la formulación con 50% (v/v) de lactosuero-agua, y el sabor durazno, fueron los más aceptados por la población encuestada.

Miranda O., *et al.*¹⁰³, en una investigación sobre una bebida láctea fermentada elaborada a base de lactosuero de quesería, determinaron sus características físicas, químicas, sensoriales, nutricionales, microbiológicas y vida útil de la bebida fermentada a las 24 horas de haber sido inoculada. En los resultados obtuvieron una acidez titulable como ácido láctico del 0.63%, un contenido de sólidos totales del 19.43%, la composición nutricional de la bebida fermentada fue: proteína bruta: 1.22%; carbohidratos: 17.53%; y energía alimentaria: 77.52 Kcal. El conteo de

¹⁰¹ TORRES MARTINEZ, Juan Luis, et al. Formulación de una bebida saborizada a base de lactosuero. Disponible en: <http://www.itsrll.edu.mx/files/Articulo-bebida-lactosuero.pdf> (20/04/2014).

¹⁰² MORALES LOZANO, Rogelio Adolfo. Elaboración de una bebida de tipo funcional para la alimentación a partir de lactosuero. Tesis. Facultad de ciencias químicas. Universidad Veracruzana. 2011. P 48.

¹⁰³ MIRANDA MIRANDA. Oscar, *et al.* Elaboración de una bebida fermentada a partir del suero de queso: Características distintivas y control de Calidad. *En: Revista Cubana de Alimentación y Nutrición* 17, 2007. p. 103-108.

bacterias ácido lácticas viables fue de 1.2×10^7 UFC/mL. Respecto a los indicadores de calidad, los resultados fueron satisfactorios, la bebida fue inocua. La puntuación promedio de aceptabilidad fue buena.

Alarcón Y.¹⁰⁴, evaluó la adición de carragenina para reemplazar los estabilizantes tradicionalmente usados (corboximetilcelulosa, goma guar, pectina y gelatina); en una bebida láctea fermentada a base de lactosuero. Utilizó distintos tipos de carragenina, kappa, iota lambda, kappa-iota, kappa-iota-lambda y kappa II en distintas concentraciones 0,2% y 0,5%, variando también los niveles de grasa de la leche en polvo 3,1%, 1,2% y 0,05%. En dicho estudio determinaron que las carrageninas de tipo y en combinación, kappa-iota, kappa-iota-lambda y kappa II, fueron las mejores en cuanto a factores como pH y concentración de cada una de estas. Además, observaron que la bebida con mayor cantidad de grasa tuvo mejor estabilidad.

Vela G., *et al.*¹⁰⁵, realizaron una investigación, en la elaboración de una bebida fermentada a base de lactosuero, adicionada con pulpa de mango y almendras. La elaboración de la bebida inicio aislando una cepa de *Lactobacillus casei*, utilizando Agar MRS, para inocular en el lactosuero dulce previamente pasteurizado (pH 6.5), seguidamente incubaron a 41°C durante 48 horas; a la bebida fermentada le realizaron el recuento de UFC/mL, posteriormente le adicionaron pulpa de mango y almendras; finalmente determinaron el grado de aceptabilidad (jueces no entrenados), la acidez, el contenido de proteínas y de calcio mediante espectrometría de absorción atómica. El recuento bacteriano reflejó $1,4 \times 10^7$ UFC/mL de la bebida a las 48 horas de fermentación, alcanzó un pH de 4,0 y una concentración de 0,33 g/mL de ácido láctico; así como, 189,325 mg/L de calcio y 0,55% de proteína cruda. Por los resultados obtenidos lograron determinar que este producto tuvo aceptabilidad en cuanto a características organolépticas.

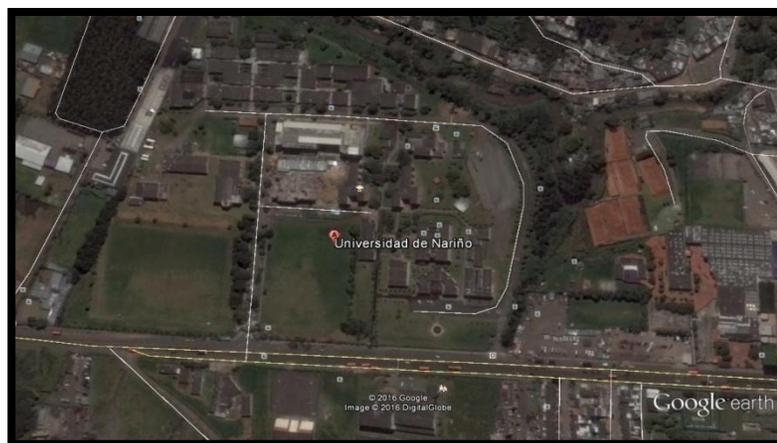
¹⁰⁴ ALARCÓN. Op. Cit., p. 19.

¹⁰⁵ VELA. Op. Cit., p. 7.

5. DISEÑO METODOLÓGICO

5.1 MATERIALES Y MÉTODOS

5.1.1 Localización. La presente investigación se llevó a cabo en, la Planta Piloto, el Laboratorio de Investigación en Conservación y Calidad de Alimentos de la Facultad de Ingeniería Agroindustrial además, de las pruebas realizadas en el laboratorio del grupo de investigación FISE-PROBIOTEC de la Facultad de Ciencias Pecuarias y los Laboratorios Especializados de la Universidad de Nariño ubicada en la ciudad de San Juan de Pasto.



Fuente: Google Earth

5.1.2 Diseño Metodológico. Se utilizó como materia prima dos tipos de leche entera y descremada, con el fin de estandarizar al 2% de materia grasa la leche con el método (Cuadrado de Pearson). Posteriormente se realizó la inclusión de los ingredientes: lactosuero dulce, base de yogurt, azúcar, carragenina kappa II y pulpa de mango.

5.1.3 Pruebas de plataforma para la leche. Las pruebas de plataforma específicamente en la leche sirven como criterio en la determinación de la calidad de la misma.

5.1.3.1 Acidez mediante titulación con NaOH. Se realizó siguiendo el protocolo de la NTC 4978, para ello se tomó 9 mL de leche a la cual, se le adicionó 3 gotas de solución alcohólica de fenolftaleína al 1% como indicador y se tituló con una solución de hidróxido de sodio (NaOH) 0.1 N, hasta la aparición de una coloración rosa en el medio que persista por más de 20 segundos (s), (ver figura 6).

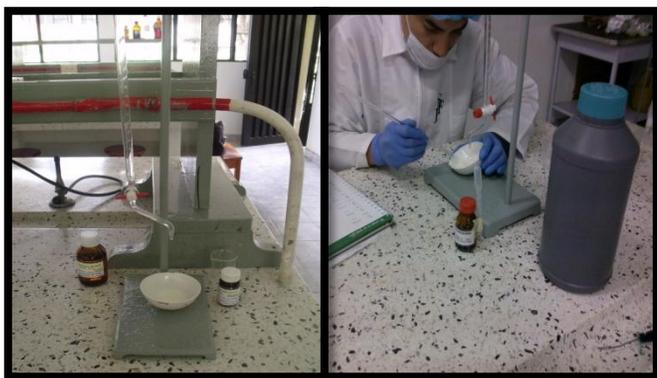
Los resultados de acidez obtenidos se expresaron en porcentaje de ácido láctico mediante la siguiente ecuación.

$$\% \text{ de ácido láctico} = \frac{V * 0,9}{m}$$

Donde:

- **V:** es el valor numérico del volumen, en mililitros (mL), de la solución de NaOH usada en la titulación.
- **m:** es el valor numérico de la masa en gramos (g), de la muestra de leche.
- **0,9:** es el factor de conversión para el ácido láctico; 1 mL de NaOH 0.1 N neutraliza o titula 0,009 g de ácido láctico.

Figura 6. Determinación de acidez



5.1.3.2 Densidad. Para este análisis se utilizó un lactodensímetro marca Quevenne 15-40. En una probeta con capacidad de 250 mL, se depositaron 200 mL de leche, se colocó el lactodensímetro, de tal forma que no roce con las paredes de la probeta. El instrumento desplazó el fluido de leche con su peso y se provocó un ligero movimiento de rotación, luego se dejó reposar por un minuto. La lectura se tomó directamente en la escala de grados lactométricos (°L) del cuello de dicho aparato a una temperatura de 21°C, (Corrales *et al.*, 2005),

Para realizar la corrección de temperatura se utilizó la siguiente ecuación.

$$D(15/15^{\circ}\text{C}) = 1 + \frac{X \pm 0,2 + {}^{\circ}\text{Lactometricos}}{1000}$$

Donde:

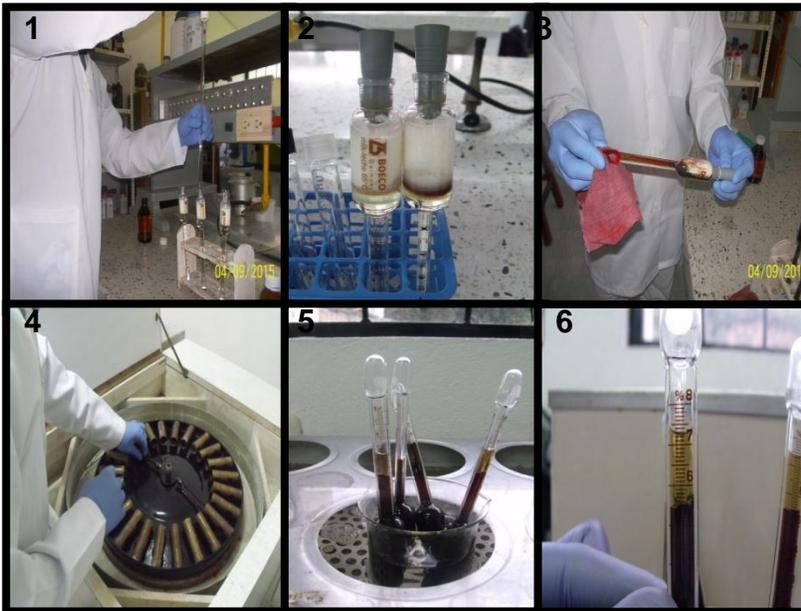
- **X** Temperatura.
- **±0,2** Valor que se suma o resta por cada grado de diferencia de la temperatura de referencia (15°C). Se suma cuando la temperatura es mayor y se resta cuando es menor.

Figura 7. Determinación de densidad



5.1.3.3 Grasa. Este proceso se realizó mediante el método de Gerber de la siguiente manera: se depositó 10 mL de ácido sulfúrico al 90% de concentración en un butirómetro Gerber, luego se adicionó 11 mL de leche, 1 mL de alcohol amílico. Posteriormente se tapó y agitó el butirómetro suavemente hasta la hidrólisis de la fase proteica de la leche, luego se centrifugó a 1200 rpm durante 5 minutos. Por último, se colocó el butirómetro en baño maría a una temperatura de 67°C por 10 minutos. El resultado se tomó directamente de acuerdo al volumen ocupado por la capa oleosa de color amarillo oro en mililitros y fue expresado en porcentaje de grasa, (ver figura 8).

Figura 8. Determinación del porcentaje de grasa (método Gerber)



5.1.3.4 Análisis ultrasónico. Por medio del equipo LactoStar y Ekomilk, se realizó el análisis de la muestra de leche para comparar los resultados obtenidos de grasa, sólidos no grasos (SNG), densidad, agua añadida, punto crioscópico y proteína de la leche empleada en la elaboración del producto. El LactoStar funciona de la siguiente manera: la muestra de leche es aspirada en las celdas de medida por medio de una bomba. Tanto el contenido de grasa así como los SNG se determinan usando efectos de medición térmica. La proteína, lactosa, densidad y los minerales son determinados con la ayuda de una segunda celda de medida que está equipada con un combinado impedancia-turbidez, mediante el uso de cuatro longitudes de onda ópticas diferentes. El analizador de leche Ekomilk succiona una pequeña muestra de leche y la somete al paso de una onda de ultrasonido. Un microprocesador traduce los resultados, (ver figura 9).

Figura 9. Análisis en los equipos LactoStar y Ekomilk



5.1.4 Determinación de adulterantes en la leche

5.1.4.1 Neutralizantes alcalinos. Se depositó 5 mL de leche en un tubo de ensayo y se calentó hasta ebullición durante tres minutos agitando constantemente. Se dejó enfriar para agregar 3 gotas de solución de oxalato de potasio al 30%. Posteriormente se agregaron 3 gotas de la solución de fenoltaleína al 1%. La ausencia de una coloración rosada indica que la prueba es negativa para alcalinizantes en leche, (Corrales *et al.*, 2005).

5.1.4.2 Formol o solución de formaldehído (prueba de Hehner). Se colocó 5 mL de leche en un tubo de ensayo, luego se le agregó 1 mL de ácido sulfúrico diluido y una gota de cloruro férrico al 1%. Posteriormente se mezcló y calentó hasta ebullición. La ausencia de una coloración violeta indica la no presencia de formaldehído en la leche, (Corrales *et al.*, 2005).

5.1.4.3 Agua oxigenada o solución de peróxido de hidrógeno (Método de Arnold y Mentzer). En un tubo de ensayo se adicionaron 10 mL de leche y se agregó 5 gotas de reactivo (pentóxido de vanadio al 1% m/v (V_2O_5) en ácido sulfúrico diluido). Luego se observó el color. La ausencia de un color curuba

indica la no presencia de agua oxigenada en la leche, (ver figura 10). (Corrales *et al.*, 2005).

3.4.4.4 Método de yoduro de potasio. Se adicionó 5 gotas de KI (yoduro de potasio solución al 35%) a 5 mL de leche. La ausencia de un color amarillo canario indica la no presencia de H₂O, lo cual revela la ausencia de agua en la leche, (ver figura 10). (Corrales *et al.*, 2005).

5.1.4.5 Harinas y almidones (Prueba del Lugol). Se depositó en un tubo de ensayo 5 mL de leche y se llevó hasta ebullición, luego se dejó enfriar para agregar 5 gotas de lugol. La aparición de un color azul indica la presencia de almidón o harina. Una coloración amarillenta indica la ausencia de estos adulterantes en la leche, (Corrales *et al.*, 2005).

Figura 10. Determinación de adulterantes



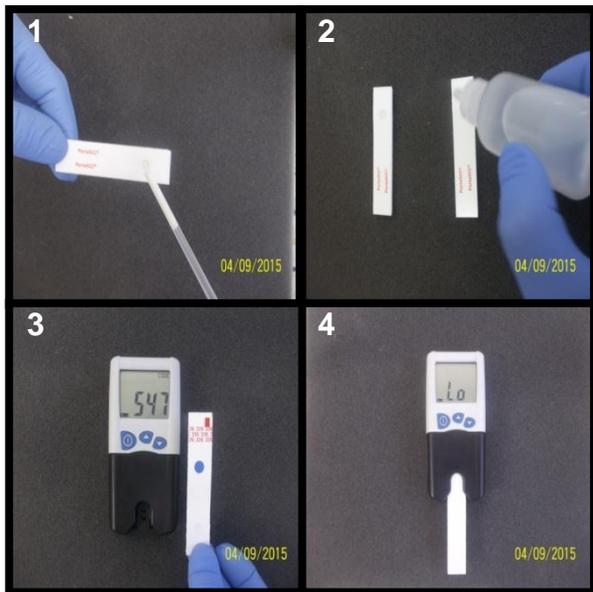
5.1.5 Determinación de la calidad sanitaria de la leche

3.4.5.1 Recuento de Células Somáticas (RCS)/mL. El recuento de células somáticas se realizó mediante la PRUEBA PORTA SCC. Para ello se tomó una muestra de leche con una pipeta del kit y se depositó una gota en el recipiente de la tirilla previamente identificada. Después de que se absorbió la muestra, se agregaron 3 gotas de solución activadora y se dejó reposar por 45 minutos, posterior a esto se colocó la tirilla en el lector digital para obtener el resultado, (ver figura 11)

Los resultados se interpretaron de la siguiente manera:

- Si aparece por ejemplo, un valor de 0.08, este número se debe multiplicar por un millón (1.000.000).
- Si aparece LO, se interpreta un RCS < 50.000 CS/mL.
- Si aparece HI, se interpreta un RCS > 3.000.000 CS/mL.

Figura 11. Determinación de Células Somáticas



5.1.5.2 Determinación de antibióticos en la leche. Se realizó mediante la prueba Charm de la siguiente manera: en primer lugar se conectó el lector hasta que la temperatura marque los 56°C lo cual, se evidencio en el interior del lector donde un cuadro de color negro cambia a un color café alrededor del valor de la temperatura deseada (56°C).

Para comprobar la temperatura se colocó un termómetro en una ranura que para tal fin dispone el lector. Enseguida se procedió a tomar la muestra de leche con la micropipeta que trae el equipo para la determinación de antibióticos.

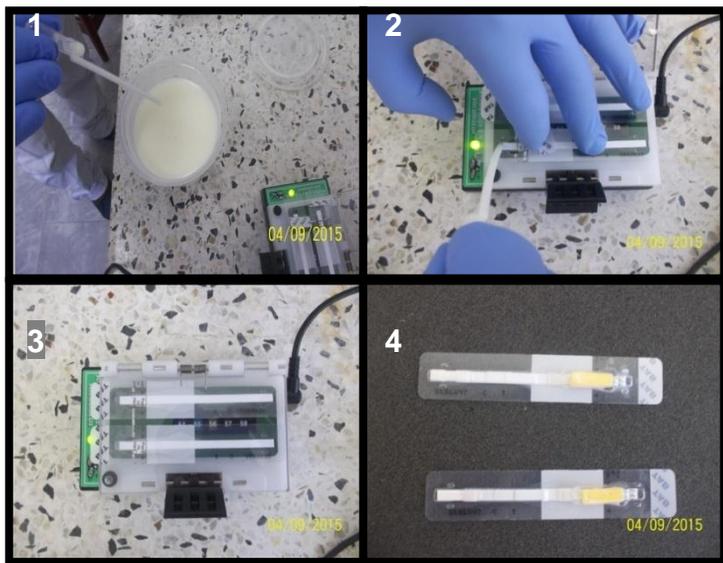
La tirilla se colocó previamente en el lector, posteriormente se depositó la muestra en la tirilla, se tapó el equipo y se dejó por un espacio de ocho minutos para tomar la lectura, (ver figura 12).

Los resultados se interpretaron de la siguiente manera:

Negativo: la línea T (test) es igual o más oscura que la línea C (control).

Positivo: la línea T (test) es más clara que la línea C (control) o la línea T está ausente, o coloreada parcialmente o no uniforme.

Figura 12. Determinación de antibióticos



5.1.6 Determinación de la calidad microbiológica de la leche.

5.1.6.1 Análisis microbiológico. Para establecer si la leche cruda cumple con los requisitos de calidad presentes en la Norma Técnica Colombiana (NTC) 399 de 2002, se realizó un análisis microbiológico con la metodología reportada por los laboratorios especializados de la Universidad de Nariño, sección de Laboratorios de Microbiología. La tabla 8 indica los parámetros, métodos, técnicas y unidades empleadas para el análisis de la muestra.

Tabla 8. Métodos y técnicas para el análisis microbiológico.

Parámetro	Método	Técnica	Unidades
Coliformes Totales	NMP	Tubos múltiples	No. bacterias/mL
Coliformes Fecales	NMP	Tubos múltiples	No. bacterias/mL
Recuento de mesófilos	Recuento en placa	Siembra en profundidad	UFC/mL
Recuento de mohos y levaduras	Recuento en placa	Siembra en profundidad	UFC/mL

Fuente: Laboratorios especializados Universidad de Nariño 2015.

5.1.7 Elaboración de una bebida láctea nutracéutica con inclusión de tres niveles de carrageninas kappa II, en tres concentraciones de lactosuero y adición de pulpa de mango

5.1.7.1 Adquisición de materias primas. La leche entera, descremada y el lactosuero dulce fueron comprados en una planta procesadora de leche del departamento de Nariño; la carragenina, la base de yogurt y la pulpa de mango pasteurizada fueron adquiridas en el comercio local. Para la elaboración de la bebida láctea se basó en el protocolo mencionado por (Alarcón Y. 2003); que se describe a continuación.

5.1.7.2 Recepción de Materias Primas. Al momento de la recepción de la leche, se procedió a realizarlas pruebas de plataforma, además, se analizó la leche con los equipos LactoStar y Ekomilk.

5.1.7.3 Estandarización. Realizando cálculos matemáticos con el método de Cuadrado de Pearson se estandarizó la leche a 2% de materia grasa, con leche entera (3,24% grasa) y descremada (0,31% grasa).

5.1.7.4 Pasteurización del lactosuero. Este proceso se realizó a 85°C por cinco minutos, con el propósito de inactivar la enzima renina procedente del cuajado (precipitación de los sólidos de la leche) en la obtención del queso.

5.1.7.5 Pre calentamiento de la leche. Luego de estandarizar la leche al 2% de grasa, se realizó un pre calentamiento a 42°C para mezclarla con el lactosuero dulce pasteurizado de acuerdo a los tratamientos y así evitar que la leche al entrar en contacto con el lactosuero se corte.

5.1.7.6 Homogenización. Estas materias primas, fueron sometidas a un proceso de homogenización, usando una batidora marca Kalley referencia K-BP300 en la velocidad dos, por un tiempo de 5 minutos, con el fin de incorporar de manera uniforme el lactosuero agregado en la leche.

5.1.7.7 Adición de azúcar y estabilizante. Cuando la temperatura del fluido (leche + lactosuero) se estableció en 42°C, se mezclaron el azúcar en un porcentaje del 10% p/v con la carragenina kappa II, en cantidades según el tratamiento (0%, 0.01% y 0.1%, p/v).

5.1.7.8 Homogenización. La mezcla anterior se homogenizó nuevamente usando una batidora marca Kalley referencia K-BP300 en la velocidad dos, por un espacio de cinco minutos, con el fin de dispersar los glóbulos de grasa y en algunos casos causar la ruptura de los mismos y de las micelas de caseína, para generar la interacción de estas con la carragenina agregada, permitiendo un aumento de la capacidad de ligado de agua del sistema, contribuyendo a la consistencia de la bebida láctea fermentada.

5.1.7.9 Higienización. La mezcla fue pasteurizada a 72°C por cinco minutos con agitación constante, este proceso se lo realizó con el propósito de reducir la carga microbiana.

5.1.7.10 Adición del Cultivo. Posteriormente cuando la temperatura descendió a 42°C y en una proporción de 3% v/v se adiciono el yogurt probiótico, el cual se compone de microorganismos *Streptococcus thermophilus* y *Lactobacillus bulgaricus*.

5.1.7.11 Incubación. Se dejó en incubación por un tiempo de cuatro horas, a una temperatura de 42 °C.

5.1.7.12 Batido. Terminadas las cuatro horas de incubación se procedió a realizar un batido suave, adicionando la pulpa de mango en una cantidad de 5% p/v y disminuyendo la temperatura a 20°C, para prevenir el desarrollo de microorganismos no benéficos, además de evitar una excesiva acidificación del medio que puede causar sinéresis (separación de las fases líquida y sólida).

5.1.7.12 Empacado. La bebida láctea se depositó en embaces de polietileno esterilizados de baja densidad (LDPE) de 270 mL con tapa.

5.1.7.13 Refrigeración. Inmediatamente después del empacado del producto, este fue almacenado a una temperatura constante de 4°C por dos días.

En la figura 13, se muestra la elaboración de la bebida láctea.

Figura 13. Elaboración de la bebida láctea



5.1.8 Determinación de la mejor formulación de la bebida láctea. A los dos días de la elaboración y refrigeración a 4°C de la bebida láctea, se inició con las pruebas por triplicado de acidez expresada en porcentaje de ácido láctico, viscosidad expresada en centipoise (cP) y el porcentaje de sinéresis, que se presentó en cada uno de los tratamientos, para determinar la mejor formulación de la bebida láctea.

5.1.8.1 Acidez mediante titulación con NaOH. Se realizó siguiendo el protocolo de la NTC 4978, para ello se tomaron 9 mL de muestra a la cual se le adicionaron 3 gotas de solución alcohólica de fenolftaleína al 1% como indicador y se tituló con una solución de hidróxido de sodio (NaOH) 0.1 N, hasta la aparición de una coloración rosa en el medio que persistió por más de 20 segundos, (ver figura 14).

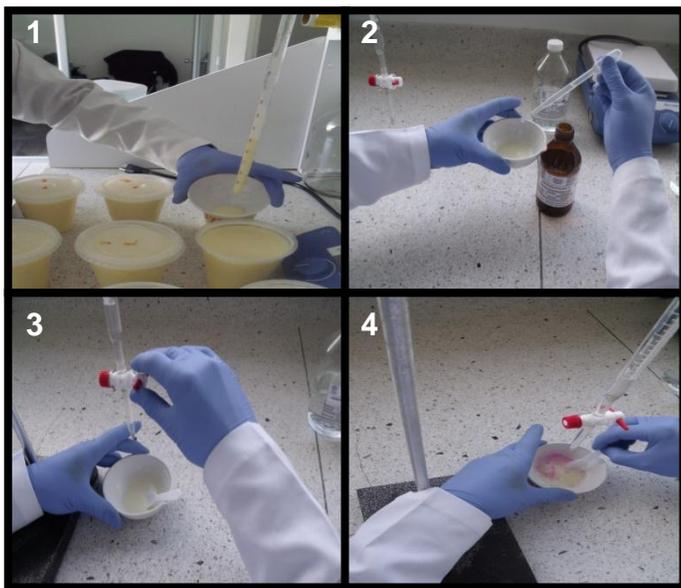
Los resultados de acidez obtenidos se expresaron en porcentaje de ácido láctico mediante la siguiente ecuación.

$$\% \text{ de ácido láctico} = \frac{V * 0,9}{m}$$

Donde:

- **V:** es el valor numérico del volumen, en mL, de la solución de NaOH usada en la titulación.
- **M:** es el valor numérico de la masa, en gramos (g), de la muestra.
- **0,9:** es el factor de conversión para el ácido láctico; 1 mL de NaOH 0.1 N neutraliza o titula 0,009 g de ácido láctico.

Figura 14. Determinación de acidez (Bebida láctea)



5.1.8.2 Viscosidad. La viscosidad se determinó en centipoise (cP) utilizando un viscosímetro digital Brookfield Rheometer DV3T. La medición se realizó con muestras de 9 onzas (oz) a 16°C aproximadamente utilizando la aguja calibre 64, a 12 revoluciones por minuto (rpm), (ver figura 15).

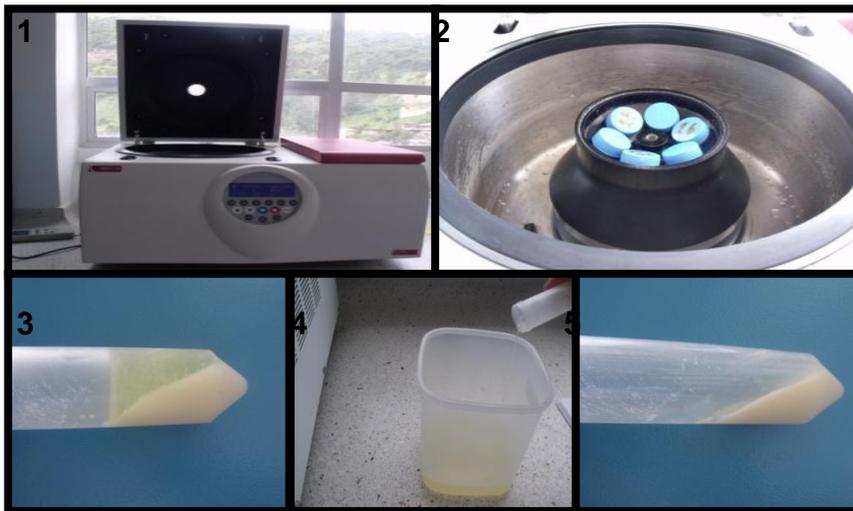
Figura 15. Determinación de viscosidad



5.1.8.3 Sinéresis. La sinéresis se determinó con el método mencionado por Cárdenas *et al.* (2013), utilizando 20 mL de muestra que se centrifugó a 5000 rpm durante 20 minutos a 4°C, en una centrífuga refrigerada referencia LMC-4200R, (ver figura 16). El peso del sobrenadante desprendido del gel se empleó para calcular el porcentaje de sinéresis mediante la siguiente expresión matemática.

$$\text{sinéresis} = \frac{\text{Peso del sobrenadante}}{\text{Peso de la muestra}} * 100$$

Figura 16. Determinación de sinéresis



5.1.9 Determinación de la vida útil. Para determinar la vida útil de la bebida láctea, posterior a su elaboración se sometió a condiciones de almacenamiento en refrigeración a 4°C durante 21 días. En los que se evaluó por medio de graficas el comportamiento de la acidez, viscosidad, sinéresis y pH en los días 1, 7, 14 y 21.

5.1.9.1 Determinación de acidez mediante titulación con NaOH. Se realizó siguiendo el protocolo de la NTC 4978, mencionado anteriormente en el punto 5.1.8.1.

5.1.9.2 Determinación de viscosidad. La viscosidad se determinó en centipoises (cP), siguiendo el protocolo mencionado anteriormente en el punto 5.1.8.2.

5.1.9.3 Determinación de sinéresis. La sinéresis se determinó mediante el método mencionado por Cárdenas *et al.* (2013), mencionado anteriormente en el punto 5.1.8.3.

5.1.9.4 Determinación del pH. Para determinar el pH, se utilizó un pH-metro marca Metrohm modelo 744, (ver figura 17)

Figura 17. Determinación de pH



5.1.9.5 Análisis microbiológico de la bebida láctea fermentada. Para establecer si el producto cumple con los requisitos de calidad establecidos por la resolución 2310 del 24 de Febrero de 1986 del Ministerio de Salud, se realizó un análisis microbiológico con la metodología reportada por los laboratorios especializados de la Universidad de Nariño, sección de Laboratorios de Microbiología. La tabla 9 indica los parámetros, métodos, técnicas y unidades empleadas para el análisis de la muestra.

Tabla 9. Métodos y técnicas para el análisis microbiológico.

Parámetro	Método	Técnica	Unidades
Coliformes Totales	NMP	Tubos múltiples	No. bacterias/mL
Coliformes Fecales	NMP	Tubos múltiples	No. bacterias/mL
Recuento de mesófilos	Recuento en placa	Siembra en profundidad	UFC/mL
Recuento de mohos y levaduras	Recuento en placa	Siembra en profundidad	UFC/mL

Fuente: Laboratorios especializados Universidad de Nariño.

5.1.10 Análisis de la composición nutricional de la bebida láctea. Luego de establecer la vida útil de la bebida láctea, se realizó un análisis bromatológico para determinar su composición nutricional. La metodología utilizada para este análisis fue la reportada por los laboratorios especializados de la Universidad de Nariño. Sección de Laboratorios de Bromatología-Abonos Orgánicos. La tabla 10 indica los parámetros, métodos, técnicas y unidades empleadas para el análisis de la muestra.

Tabla 10. Métodos y técnicas para el análisis nutricional.

Parámetro	Método	Técnica	Unidades
Humedad	NTC 4979	Gravimétrica	g/100g
Sólidos totales	NTC 4979	Gravimétrica	g/100g
Grasa	NTC 4722	Gravimétrica	g/100g
Proteína	kjeldahl (N*6,38)	Titulométrica	g/100g
Fibra	Digestión ácida-básica	Gravimétrica	
Vitamina C	Extracción ácida HPCL detector PDA	Cromatografía	mg/mL
Calcio	Oxidación húmeda, EAA	Espectrofotometría A.A.	mg/100g

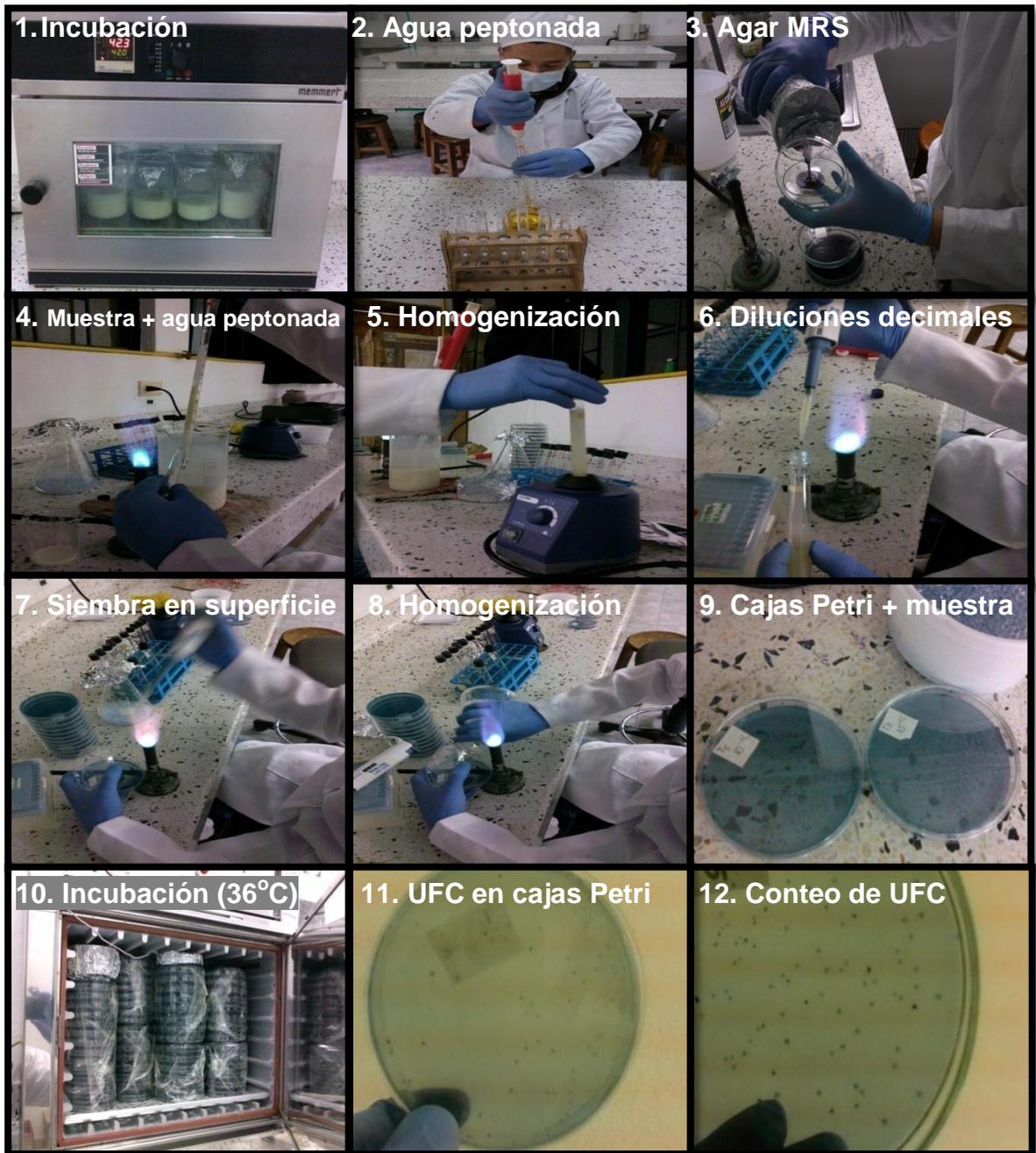
Fuente: Laboratorios especializados Universidad de Nariño.

5.1.11 Determinación del comportamiento de la fermentación líquida a base de BAL. Este comportamiento se determinó por medio de una curva de acidez y pH vs tiempo, de tal manera que cada treinta minutos y a una temperatura de 42°C se tomó muestras de la fermentación láctica, para medir el pH y la acidez expresada en porcentaje de ácido láctico.

5.1.12 Cinética del crecimiento celular (UFC/mL). Esta prueba se realizó durante las 4 horas de incubación que duró la fermentación láctica, tomando muestras cada 30 minutos, con el fin de determinar el número de células viables,

es decir, en qué momento ocurrió el mayor crecimiento de microorganismos lácticos en términos de UFC/mL, de tal forma que se visualice el crecimiento en biomasa. Para los conteos, se inoculó 1 mL de la muestra en 9 mL de agua peptonada al 0.1%, para luego hacer diluciones decimales. Con cada dilución se realizó una siembra superficial en cajas petri por duplicado que contenía un medio de cultivo (Agar-MRS), más azul de anilina. Posteriormente, las cajas Petri se llevaron a incubación durante 48 horas, a una temperatura de 42°C. Al término de este tiempo se realizó el conteo de aquellas cajas que presentaron crecimiento entre 30 y 300 UFC/mL. Para determinar las UFC/mL en la bebida láctea fermentada, se tomó el número de colonias y se multiplicó por el inverso de la dilución y por 10, (ver figura 18).

Figura 18. Cinética del crecimiento celular



5.1.13 Determinación de azúcares totales. Esta prueba se desarrolló con el fin de determinar la relación consumo de azúcar/crecimiento celular. Se la realizó por el método de Antrona. En primer lugar se realizó una curva que sirvió como patrón, en diferentes diluciones de glucosa. Los valores resultantes en la lectura de densidad óptica (D.O) se graficaron en relación de la concentración en mg/L y se elaboró la ecuación de la recta. La dosis de azúcares en las muestras, se

llevaron a 2.5 mL de muestra que anteriormente fue diluida en agua destilada, más 5 mL de Antrona preparada en ácido sulfúrico. Los valores que se obtuvieron de la muestra se calcularon por la ecuación de la recta, que se obtuvo, en la curva patrón, más la multiplicación por el factor de dilución, (Dubois, *et al.* 1956).

En la figura 19, se muestra la curva patrón y la ecuación utilizados en la determinación de azúcares totales de la bebida láctea.

Figura 19. Curva patrón para determinación de azúcares totales

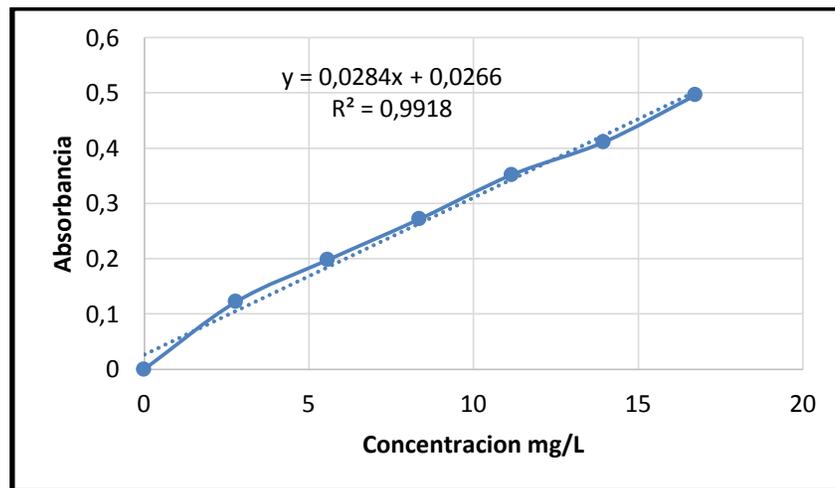
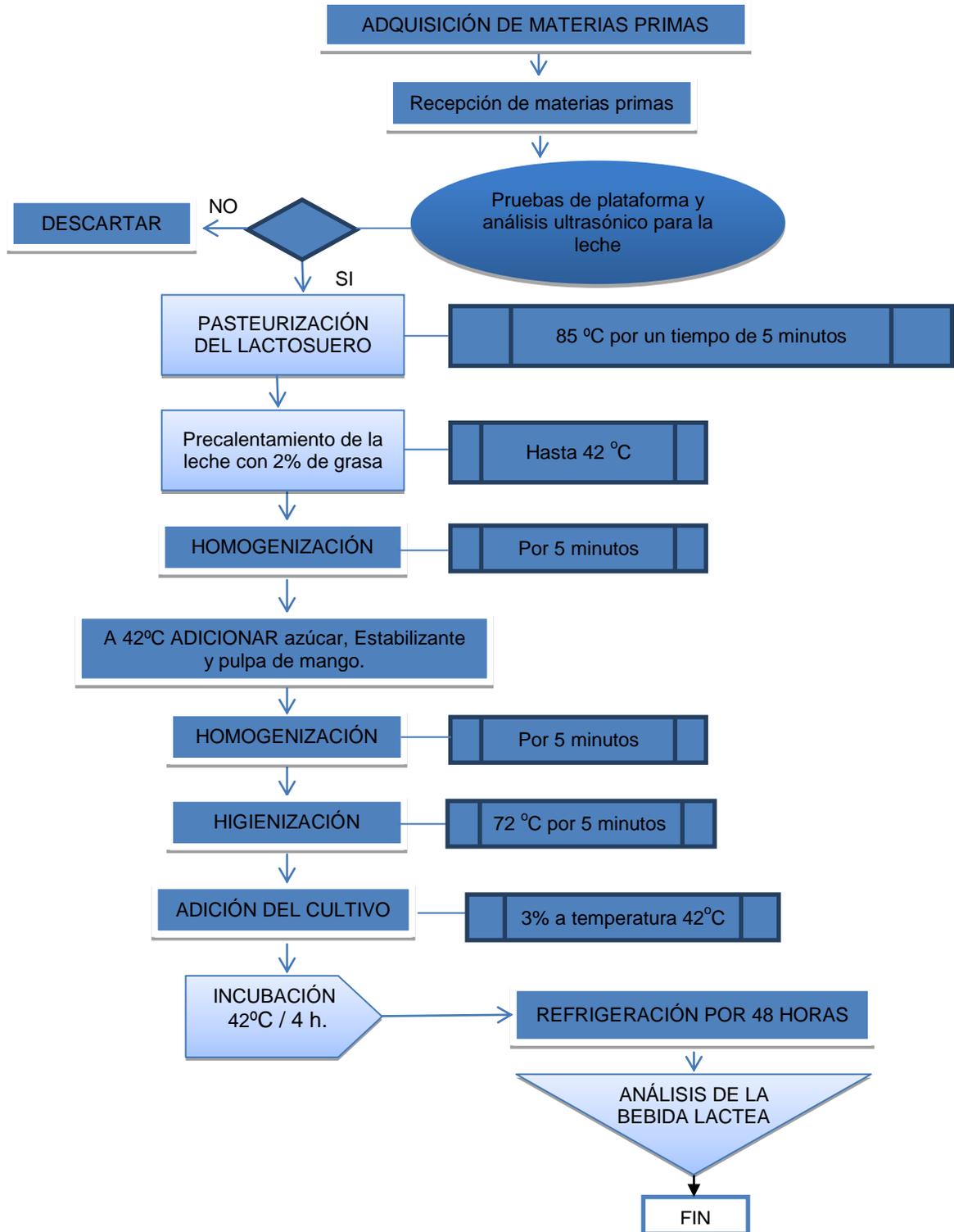


Diagrama de flujo de la elaboración de la bebida láctea nutracéutica a base de lactosuero



5.2 DISEÑO EXPERIMENTAL Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO

5.2.1 Diseño experimental. Para determinar cuál tratamiento obtuvo las mejores características en cuanto a acidez, viscosidad y sinéresis se utilizó un diseño completamente al azar con un arreglo factorial, de 3*3 donde, el primer factor corresponde a la cantidad de carragenina que se utilizó (0%, 0.01% y 0.1%) y el segundo factor son las diferentes cantidades de lactosuero (15%, 25% y 35%), cada uno con tres repeticiones, (ver tabla 11).

Las variables respuesta que se determinaron fueron: acidez, viscosidad y sinéresis. Muestras tomadas a los dos días de la elaboración de los tratamientos.

Tabla 11. Diseño experimental

Tratamiento	Carragenina (%)	Lactosuero (%)	% Leche (con 2% de grasa)	Acidez	Viscosidad	Sinéresis
T ₁	0	15	85	X	X	X
T ₂	0,01	15	85	X	X	X
T ₃	0,1	15	85	X	X	X
T ₄	0	25	75	X	X	X
T ₅	0,01	25	75	X	X	X
T ₆	0,1	25	75	X	X	X
T ₇	0	35	65	X	X	X
T ₈	0,01	35	65	X	X	X
T ₉	0,1	35	65	X	X	X

5.2.2 Análisis estadístico. En primera instancia se tomó los datos correspondientes a acidez, viscosidad y sinéresis de cada muestra, los cuales se organizaron en tablas de frecuencia, utilizando así la estadística descriptiva, para obtener la información de los datos organizada. Para lo anterior se utilizó el programa Excel. Posteriormente los datos se procesaron con el paquete estadístico SAS por medio del cual, se realizaron los análisis de varianza y las pruebas de comparación de medias de cuadrados mínimos, con un 95% de confiabilidad. A continuación se anexa el modelo matemático que se empleó, (ver tabla 12).

Tabla 12. Modelo matemático para el análisis estadístico de la investigación.

TRATAMIENTOS	SUBTRATAMIENTOS	REPETICIONES			TOTAL
% Carragenina (C)	% de lactosuero (S)	R1	R2	R3	
0	15	C_0S_{11}	C_0S_{12}	C_0S_{13}	$\sum C_0S_{11} + C_0S_{12} + C_0S_{13}$
	25	C_0S_{21}	C_0S_{22}	C_0S_{23}	$\sum C_0S_{21} + C_0S_{22} + C_0S_{23}$
	35	C_0S_{31}	C_0S_{32}	C_0S_{33}	$\sum C_0S_{31} + C_0S_{32} + C_0S_{33}$
	total				
0,01	15	C_1S_{11}	C_1S_{12}	C_1S_{13}	$\sum C_1S_{11} + C_1S_{12} + C_1S_{13}$
	25	C_1S_{21}	C_1S_{22}	C_1S_{23}	$\sum C_1S_{21} + C_1S_{22} + C_1S_{23}$
	35	C_1S_{31}	C_1S_{32}	C_1S_{33}	$\sum C_1S_{31} + C_1S_{32} + C_1S_{33}$
	total				
0,1	15	C_2S_{11}	C_2S_{12}	C_2S_{13}	$\sum C_2S_{11} + C_2S_{12} + C_2S_{13}$
	25	C_2S_{21}	C_2S_{22}	C_2S_{23}	$\sum C_2S_{21} + C_2S_{22} + C_2S_{23}$
	35	C_2S_{31}	C_2S_{32}	C_2S_{33}	$\sum C_2S_{31} + C_2S_{32} + C_2S_{33}$
	total				
TOTAL					

C, representa el primer factor, que corresponde a los 3 niveles de carragenina; S, corresponde al segundo factor, que son los 3 niveles de lactosuero que se incorporó. Cada una de las interacciones tiene 3 réplicas, por consiguiente se obtuvo 3 repeticiones por cada nivel de lactosuero, 9 repeticiones por cada nivel de carragenina para un total de 27 repeticiones en todo el modelo.

$$Y_{ijk} = \mu + C_i + S_j + C_iS_j + C_iS_{jk} + E(C_i)(S_j)(C_iS_j)$$

Donde:

Y_{ijk} = variable respuesta como resultado del modelo matemático.

i = niveles de carragenina.

j = niveles de lactosuero.

k = repeticiones.

μ = efecto medio de la variable respuesta, resultado del modelo matemático.

C_i = efecto medio de los diferentes niveles de carragenina.

S_j = efecto medio de los diferentes niveles de suero.

C_iS_j = efecto medio de las interacciones entre i y j .

$C_i S_{jk}$ = efecto medio de las interacciones entre i y j en k.
E (C_i) (S_j) ($C_i S_j$) = error experimental de C_i , S_j y de la interacción $C_i S_j$.

Hipótesis:

Para C:

$$H_0: \mu C_0 = \mu C_1 = \mu C_2$$

$$H_a: \mu C_0 \neq \mu C_1 \neq \mu C_2$$

Para S:

$$H_0: \mu S_1 = \mu S_2 = \mu S_3$$

$$H_a: \mu S_1 \neq \mu S_2 \neq \mu S_3$$

Para las interacciones $C_i S_j$:

$$H_0: \mu C_1 S_1 = \mu C_1 S_2 = \mu C_1 S_3$$

$$H_a: \mu C_0 S_0 \neq \mu C_0 S_1 \neq \mu C_0 S_2$$

$$H_0: \mu C_1 S_1 = \mu C_1 S_2 = \mu C_1 S_3$$

$$H_a: \mu C_1 S_0 \neq \mu C_1 S_1 \neq \mu C_1 S_2$$

$$H_0: \mu C_2 S_1 = \mu C_2 S_2 = \mu C_2 S_3$$

$$H_a: \mu C_2 S_0 \neq \mu C_2 S_1 \neq \mu C_2 S_2$$

6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1 CALIDAD COMPOSICIONAL, MICROBIOLÓGICA Y SANITARIA DE LA LECHE

La siguiente tabla presenta los resultados obtenidos para el análisis composicional, microbiológico y sanitario de la leche.

Tabla 13. Características composicional, microbiológicas y sanitarias de la leche

Parámetro/ unidad	Valor: fuente esta investigación	Valor de referencia: decreto 616/2006		Valor fuente NTC 399	
		min	max	min	max
Densidad 15°C/15 ⁰ (*) g/cc	1,030 ± 0,001	1,030	1,033	1,030	1,033
Materia grasa, en % m/v	2,16 ± 0,01	3	-----	3	-----
Sólidos totales en % m/v	11,21 ± 0,02	11,30	-----	11,30	-----
Sólidos no grasos (extracto seco desengrasado), en % m/m	9.05 ± 0,001	8,30	-----	8,30	-----
Acidez expresada como ácido láctico, en % m/v	0.16	0,13	0,17	0,13	0,18
Presencia de adulterantes (**)	Negativa			Negativa	
Presencia de antibióticos (***)	Negativa				
Coliformes totales N _o UFC/mL	<3				
Coliformes fecales UFC/mL	<3				
Recuento de microorganismos mesófilos, UFC/mL	24.800			700.000	
Recuento de hongos y levaduras, UFC/mL	<10				
Recuento de células somáticas/mL	<50.000			700.000	

(*) La lectura debe efectuarse a 15°C ya que la densidad de la leche se da a esta temperatura.

(**) Presencia en la leche de Alcalinizantes, formaldehído, agua oxigenada, agua y almidones.

(***) Amoxicilina, Ampicilina, Oxitetraciclina, Penicilina, Sulfatrimetoprim.

Los datos presentados en la tabla 13, indicaron que la leche semidescremada que se utilizó en la elaboración de la bebida láctea está dentro del rango permitido por el decreto 616 de 2006¹⁰⁶ y la NTC 399¹⁰⁷, bajo estas condiciones es posible garantizar una calidad adecuada de la leche.

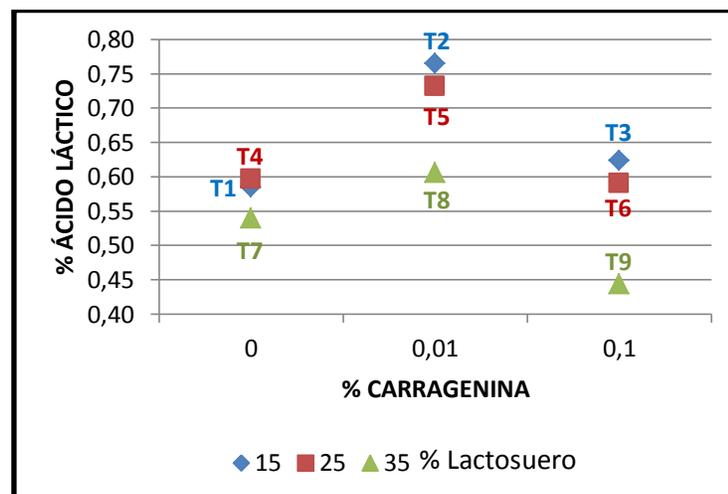
¹⁰⁶ COLOMBIA. MINISTERIO DE LA PROTECCIÓN SOCIAL. Decreto número 616 del 28 febrero 2006. Por el cual se expide el Reglamento Técnico sobre los requisitos que debe cumplir la leche para el consumo humano que se obtenga, procese, envase, transporte, comercializa, expendia, importe o exporte en el país. Dado en Bogotá, D. C. a los 28 FEB 2006. P. 1-41. Disponible en: https://www.invima.gov.co/images/stories/aliamentos/decreto_616_2006.pdf

Fuertes. O y Paredes. Y.¹⁰⁸, obtuvieron valores de densidad 1.031, materia grasa 3,5%, sólidos totales 11.96%, sólidos no grasos 8.42% y ácido láctico 0,15%; de igual forma reportaron la no presencia de antibióticos y adulterantes en la leche cruda empleada en la evaluación del efecto de tres niveles de carragenina kappa II sobre la calidad de una bebida láctea fermentada, datos similares a los obtenidos en esta investigación. Sin embargo para materia grasa existe una diferencia debido a que en esta investigación se utilizó leche semidescremada.

6.2 DETERMINACIÓN DE LA MEJOR FORMULACIÓN PARA LA ELABORACIÓN DE LA BEBIDA LÁCTEA

6.2.1 Acidez. En la figura 20, se observa que el porcentaje de ácido láctico varía dependiendo de la cantidad de lactosuero es decir, a mayor volumen de lactosuero menor concentración de azúcar, por consiguiente, menor producción de ácido láctico. Similar a lo encontrado por Marulanda M.¹⁰⁹, en la elaboración y evaluación de una bebida láctea fermentada tipo yogurt a base de lactosuero dulce, quien obtuvo el mismo comportamiento en la producción de ácido láctico con diferentes porcentajes de azúcar (5% de azúcar - 0.6% ácido láctico) (8% de azúcar – 0.7% ácido láctico) (12% de azúcar – 0.8% ácido láctico).

Figura 20. Comportamiento de la acidez en los tratamientos



¹⁰⁷ COLOMBIA. NORMA TÉCNICA COLOMBIANA. Productos lácteos leche cruda NTC 399 Bogotá: ICONTEC, 2002. 23 p. (NTC 399).

¹⁰⁸ FUERTES FORERO. Oscar y PAREDES CUASTUMAL. Yuli. Evaluación del efecto de tres niveles de carragenina kappa II sobre la calidad de una bebida láctea fermentada. Trabajo de grado Ingeniero agroindustrial. San Juan de Pasto.: Universidad de Nariño. Facultad de Ingeniería Agroindustrial, Programa de Ingeniería Agroindustrial, 2014. 91 p.

¹⁰⁹ MARULANDA OLIER, Mateo León. Elaboración y evaluación de una bebida tipo yogurt a base de lactosuero dulce fermentada con (*Streptococcus salivarius ssp. Thermophilus*) y (*Lactobacillus casei*). Tesis Doctoral. Universidad de Cartagena. Facultad de Ingeniería. 2012. p. 74.

Según el análisis de varianza del diseño completamente al azar con un arreglo factorial de 3*3, si existió interacción entre la carragenina y el lactosuero, ya que se presentaron diferencias estadísticamente significativas (P-valor<0,05), al igual que en el análisis de medias de cuadrados mínimos (ver anexos 1 y 2), indicando T6 (25% lactosuero y 0,1% de carragenina) con el comportamiento más conveniente de producción de ácido láctico, ya que este presentó 0,601% de ácido láctico, valor que está dentro de los rangos establecidos por la Norma Técnica Colombiana (NTC) 805 de 2005 para ser considerado producto fermentado, además es el tratamiento de mayor volumen de lactosuero incluido con la mínima acidez permitida para este tipo de productos.

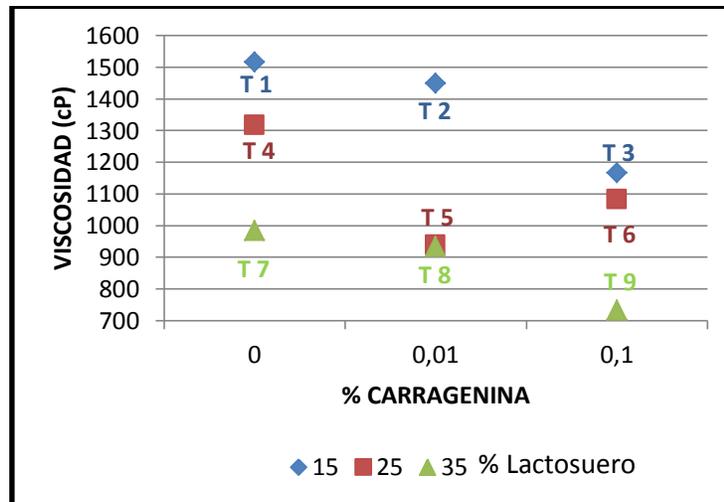
Sin embargo, los niveles de carragenina no influyeron en la acidez puesto que la variación probablemente se debe, al 94% de agua presente en el lactosuero, que causa una menor concentración de azúcar en los tratamientos con mayor inclusión de este subproducto; como consecuencia, “una disminución del disacárido (azúcar) formado por una molécula de glucosa y una de fructosa el cual, es aprovechado por la actividad de las BAL para la producción de ácido láctico”¹¹⁰.

6.2.2 Viscosidad. En la figura 21, se observa que la viscosidad depende directamente de la cantidad de lactosuero agregado, es decir, a mayor cantidad de lactosuero menor es la viscosidad, además de la acción que tiene la carragenina sobre la estabilidad de la bebida láctea. Por su parte Rincón F., *et al.*¹¹¹, reporta un valor de 1088 cP, en un estudio donde se determinó la funcionalidad de la goma (*Enterolobium cyclocarpum*) en una proporción de 0,2% como estabilizante en la preparación de un yogurt líquido semidescremado similar a una bebida láctea, dato que se asemeja al obtenido en el T6 de esta investigación, los mismos autores señalan que el aumento de la viscosidad, como consecuencia de la presencia de estos hidrocoloides, proporciona características importantes al producto; reducen significativamente la sinéresis, mejora la textura y sus propiedades sensoriales.

¹¹⁰ MARULANDA. Op. Cit., p. 49.

¹¹¹ RINCÓN, F; OBERTO, A y DE PINTO, G. Funcionalidad de la goma de *Enterolobium cyclocarpum* en la preparación de yogurt líquido semidescremado. En *Revista Científica Mundo Lácteo y Cárnico*, 2005, vol. 15, no 1, p. 83.

Figura 21. Comportamiento de la viscosidad en centipoise (cP) de los tratamientos



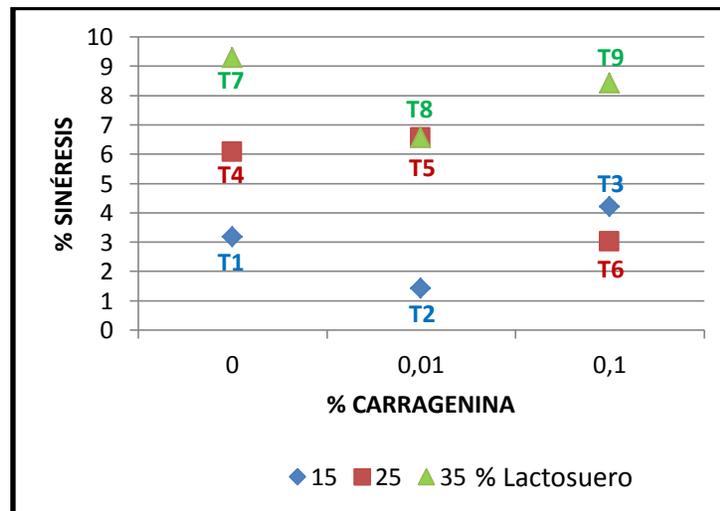
Según el análisis de varianza del diseño completamente al azar con un arreglo factorial de 3*3, si existió interacción entre la carragenina y el lactosuero, ya que los diferentes niveles de los mismos influyen en la viscosidad, presentando diferencias estadísticamente significativas (P-valor < 0,05) al igual que en el análisis de medias de cuadrados mínimos (ver anexos 3 y 4), señalando T6 (25% lactosuero y 0,1% carragenina) como el tratamiento con la viscosidad apropiada, ya que, la viscosidad de este comparada con la de los demás tratamientos es la que mejor comportamiento presenta, ya que el valor fue de 1083 cP; lo cual, es una buena característica en la bebida dado que posee un volumen significativo de lactosuero (25%) con respecto a los otros tratamientos (15%, 35%), indicando la acción eficaz del estabilizante agregado¹¹².

Esto se debe probablemente a la capacidad de retención de agua, gracias a la interacción de la carragenina con la proteína láctea, tal como lo aseguran Xu et al; Langendorff *et al.* y Villanueva *et al.*, citados por Solís I.¹¹³, que, la alta reactividad que se produce entre la carragenina y la proteína láctea, específicamente a los grupos de éster sulfato cargados negativamente, presentes en la carragenina, que interaccionan con la región positiva de las micelas de κ-caseína de la leche y a la presencia de iones calcio, que actúan como puentes electrostáticos entre ambas moléculas.

¹¹² Ibid. p. 87.

¹¹³ SOLÍS, Óp. Cit., p 56.

Figura 23. Comportamiento de la sinéresis en los tratamientos



Según el análisis de varianza para la sinéresis, si existió interacción entre la carragenina y el lactosuero, por cuanto la sinéresis se ve afectada por la cantidad agregada de estos, presentándose diferencias estadísticamente significativas (P-valor < 0,05) al igual que en el análisis de medias de cuadrados mínimos (ver anexos 5 y 6), marcando T6 con un porcentaje de sinéresis adecuado, ya que el 0,1% de estabilizante adicionado en un volumen de 25% lactosuero y 75% leche, obteniendo como resultado un 3,02% de sinéresis, menor al reportado por Rincón F. *et al.*¹¹⁵, quienes obtuvieron un valor de 16,28% de sinéresis en la determinación de la funcionalidad de un estabilizante tipo goma (*Enterolobium cyclocarpum*) con una proporción de 0,10%, en la preparación de una bebida láctea tipo yogurt, donde los mismos autores mencionan que debido a la interacción de los ingredientes del sistema lácteo (polisacárido-proteína) en el proceso de formación de la matriz caseínica de la bebida láctea tipo yogurt; ocurre una disminución de la sinéresis del producto, en presencia del estabilizante y mejora notablemente las propiedades funcionales de las proteínas e inmoviliza el agua libre en el sistema.

El bajo nivel de sinéresis obtenido en el T6, se debe a que las estructuras que forma la carragenina al entrar en contacto a una temperatura de 42°C con la proteína láctea presente en el medio, favorecen la capacidad de absorción de agua evitando así la separación de la fase acuosa de la sólida y a la mayor concentración de carragenina, proporcionando una estabilidad al producto final, tal como lo asegura Nielsen, citado por Alarcón Y.¹¹⁶, quien menciona que, la alta reactividad de la carragenina con la leche refuerza la matriz formada por la k-caseína reteniendo moléculas de agua de tal forma que se detiene el exudado del

¹¹⁵ RINCÓN. Op. Cit., p. 25.

¹¹⁶ ALARCÓN. Op. Cit., p. 18.

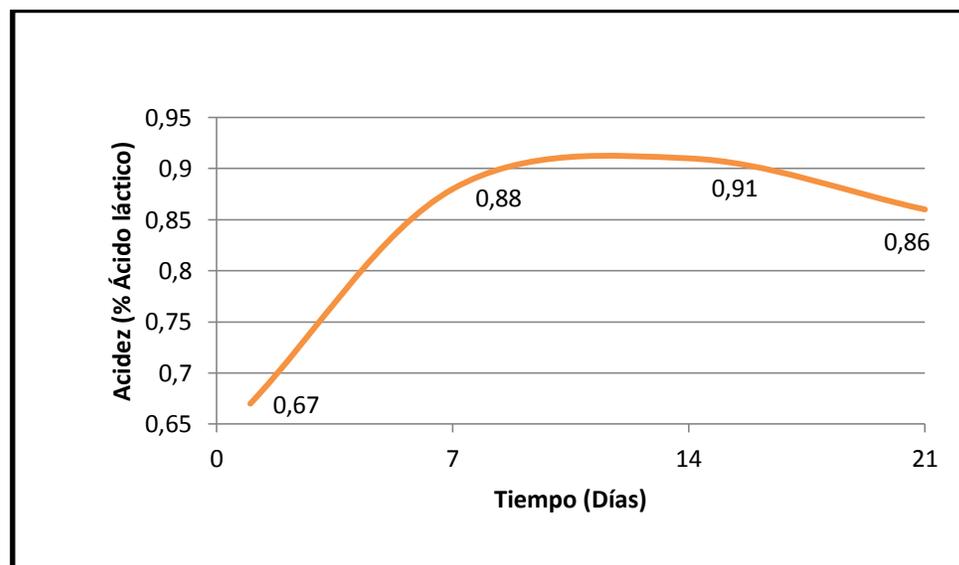
agua generando una textura homogénea ya que, impide la precipitación de la proteína. El mismo autor argumenta que diversos estudios comprueban que los productos lácteos ácidos, se conforman de una red de partículas de k-caseína unidas en racimos y/o cadenas que forma una red porosa y espacios vacíos en medio; la fase acuosa se retiene en estos espacios o poros y si se rompen estos, se genera sinéresis.

De acuerdo a los resultados obtenidos en el análisis estadístico para las variables: acidez, viscosidad, sinéresis y teniendo en cuenta el volumen de lactosuero como criterio de decisión para la mejor formulación, el mejor tratamiento fue T6 (25% lactosuero, 75% leche semidescremada y 0.1% carragenina).

6.3 DETERMINACIÓN DE LA VIDA ÚTIL DE LA MEJOR FORMULACIÓN

6.3.1 Acidez. En la figura 24, se observa que a lo largo del periodo de almacenamiento a 4°C se presentó un incremento en la acidez; iniciando con 0,67% hasta 0,88% de ácido láctico al día 7, luego se presentó una estabilidad hasta los 14 días con 0,91% de ácido láctico, finalizando con un leve descenso a los 21 días de almacenamiento.

Figura 24. Comportamiento de la acidez durante el almacenamiento



Esta conducta se atribuye a la producción de ácido láctico por acción de las BAL Vélez y Rivas¹¹⁷, Según Lubbers *et al.*, citados por Parra R. *et al.*¹¹⁸, estos

¹¹⁷ VÉLEZ, J.; RIVAS, A. Propiedades y características del yogur. Revista Internacional Información Tecnológica, 2001, vol. 12, no 6, p. 35.

comportamientos se deben a que, durante el almacenamiento de la bebida láctea fermentada en condiciones de refrigeración, continúa la actividad microbiana de crecimiento y multiplicación celular. Ahora bien, el contenido de ácido láctico inhibe el crecimiento de bacterias patógenas, debido a esto el producto no mostró signos de descomposición después de 21 días de almacenamiento, todo lo contrario presentó un aroma agradable similar y característico al yogurt.

De acuerdo con lo establecido en la Norma Técnica Colombiana 805 de 2005¹¹⁹, donde el valor para acidez titulable expresada como ácido láctico (% m/m) para bebidas fermentadas es de mínimo 0.6, valor inferior al obtenido en esta investigación a los 21 días de almacenamiento que fue de 0.86% ácido láctico constituyéndose como una bebida láctea fermentada.

Valores similares a los reportados por Miranda O., *et al.*¹²⁰, quienes obtuvieron un valor de acidez de 0.63% de ácido láctico a los 28 días de almacenamiento a 4°C, de una bebida fermentada a partir de lactosuero, inoculada con cultivos (*Lactobacillus acidophilus* y *Streptococcus thermophilus*) además, de la inclusión de 0.03% de sorbato de Potasio como preservante.

Por su parte Londoño *et al.*¹²¹, obtuvieron 0.90% de ácido láctico a los 21 días de almacenamiento a 4°C, de una bebida fermentada a base de lactosuero inoculada con (*Lactobacillus casei*) más la adición de sacarosa.

Marulanda M.¹²², obtuvo 0.86% de ácido láctico a los 15 días de almacenamiento a 4°C, en una bebida fermentada tipo yogurt a base de lactosuero dulce inoculada con (*Streptococcus salivarius* y *Lactobacillus casei*) con la inclusión de 8% de sacarosa y 8% de leche en polvo.

6.3.2 Viscosidad. En la figura 25, se observa que el valor inicial de la viscosidad tomada a una temperatura de 16°C fue de 1100 cP con un incremento de 1750 cP a los 14 días de almacenamiento, terminando a los 21 días con 1150 cP. Según Gliksman, citado por Alarcón Y.¹²³, esto se debe a que las carrageninas, cuando están sometidas a altas temperaturas, dan soluciones con bajas viscosidades y a medida que la temperatura del sistema disminuye la viscosidad aumenta.

¹¹⁸ LUBBERS et al., citados por PARRA H., Ricardo A., MORENO, Diana C., MEDINA R., Michael F., Propiedades sensoriales, físicas y bromatológicas de yogurt suplementado con yacón .p. 19 Vitae [en línea] 2012, 19 (Enero-Abril) : [Fecha de consulta: 13 de enero de 2016] Disponible en: <<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=169823914056>> ISSN 0121-4004

¹¹⁹ COLOMBIA. NORMA TÉCNICA COLOMBIANA. *Productos lácteos leche cruda NTC 805 Bogotá: ICONTEC, 2005. 23 p. (NTC 805)*

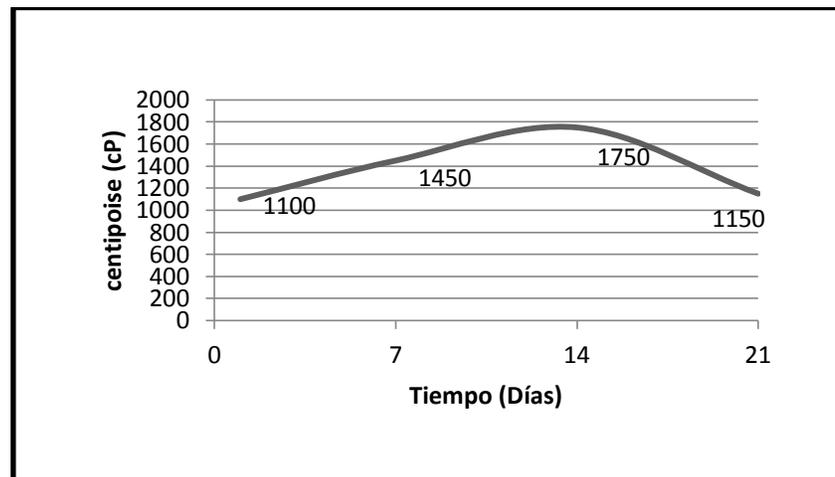
¹²⁰ MIRANDA. Op. Cit., p. 108.

¹²¹ LONDOÑO, M. M., et al. BEVERAGE, FERMENTED FRESH CHEESE MILKWHEY. Bebida fermentada de suero de queso fresco inoculada con *Lactobacillus casei*. *Rev. Fac. Nal. Agr. Medellín*, 2008, vol. 61, no 1, p. 4409-4421.

¹²² MARULANDA. Op. Cit., p. 74.

¹²³ ALARCÓN. Op. Cit., p. 18.

Figura 25. Comportamiento de la viscosidad durante el almacenamiento



De igual forma Ramírez O. y Vélez J.¹²⁴, indican que la capacidad de formación de gel de las carrageninas se le atribuye al hecho de que son capaces de combinarse en doble hélice, de esta forma crear enlaces cruzados entre las moléculas en una red tridimensional, el mismo autor menciona que cuando las partículas se hidratan en una dispersión de carragenina, la viscosidad aumenta debido a que las partículas hidratadas ofrecen más resistencia al flujo. En contraposición, Shchipunov A. y Chesnokov V.¹²⁵, mencionan que la carragenina no forma geles, solo provoca un aumento de la viscosidad de las soluciones acuosas.

Por su parte Rojas W. *et al.*¹²⁶, plantea que en bebidas lácteas fermentadas similares al yogurt, en refrigeración pierde su consistencia óptima porque la solidificación estructural tiene lugar durante un cierto intervalo de tiempo (aproximadamente en los primeros 10 días de almacenamiento), los mismos autores citan a White, quien sostiene que otro factor que ayuda al incremento de la viscosidad es la presencia de pectinas, cuando la bebida láctea contiene frutas ricas en pectina, se presenta un fuerte incremento en la consistencia durante los primeros 10 días de almacenamiento debido a la hidratación de las pectinas abundantes en la fruta.

En un estudio realizado por Marulanda M.¹²⁷, Reporta 1470 cP en una bebida tipo yogurt a base de lactosuero dulce en proporción de 13%, valor que fue tomado de

¹²⁴ RAMÍREZ O y VÉLEZ F. Efecto de la incorporación de estabilizantes en la viscosidad de bebidas lácteas no fermentadas. Departamento de ingeniería química y alimentos, fundación universitaria de las américas puebla. Martir. Cholua. Puebla. México2009. Vol. 4 p. 13

¹²⁵ SHCHIPUNOV, Yu A.; CHESNOKOV, A. V. Carrageenan gels in skim milk: formation and rheological properties. Colloid Journal, 2003, vol. 65, no 1, p. 105.
en: <<http://link.springer.com/article/10.1023/A:1022335428512>>

¹²⁶ ROJAS. Op. Cit., p. 17.

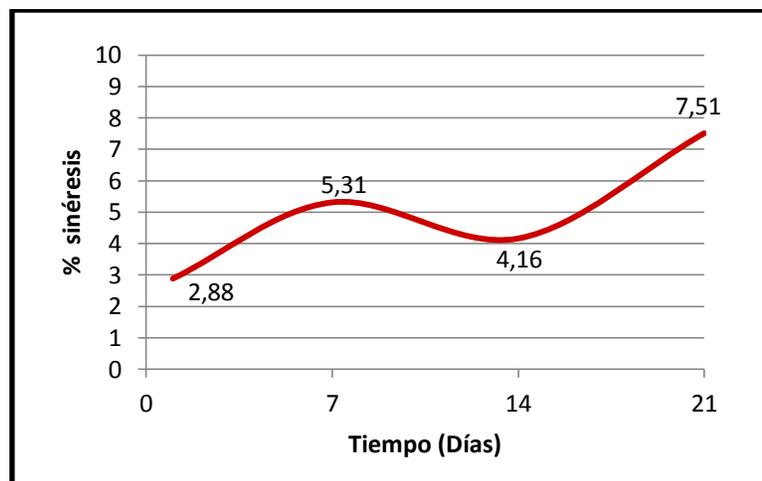
¹²⁷ MARULANDA. Op. Cit., p. 18.

una muestra a 20°C, utilizando una aguja calibre dos a 4 rpm, similar a los datos obtenidos en esta investigación; el mismo autor infiere que el factor que influye en el aumento de la viscosidad es la concentración de sólidos solubles.

De la misma forma Tarrega A., *et al.*, citados por Acevedo, D., *et al.*¹²⁸, determinaron en un estudio reológico en bebidas lácteas fermentadas tipo yogurt que, con el aumento del contenido de sólidos totales, el índice de consistencia y la viscosidad aumentan y el índice de comportamiento de flujo (fluido más homogéneo) disminuye.

6.3.3 Sinéresis. En la figura 26, se observa el comportamiento de esta característica, donde a los 7 y 21 días de almacenamiento a 4°C se presentó 5.31% y 7.51% de sinéresis respectivamente, mostrando una disminución a 4.16% de sinéresis a los 14 días de este periodo. Según Schmidt *et al.*, citados por Fuertes A. y Paredes A.¹²⁹, esto se debe a que durante el almacenamiento se origina una disminución en la capacidad de retención del agua por parte de las proteínas con un consecuente desprendimiento de lactosuero.

Figura 26. Comportamiento de la sinéresis durante el almacenamiento



Lo anterior según GELYMAR, citado por Alarcón Y.¹³⁰, se debe, a que la carragenina agregada a una temperatura de 42°C reacciona con la k-caseína, y al reducir la temperatura del medio, forma una red tridimensional que atrapa agua y sales. La carragenina tiene carga negativa independientemente del pH del medio, al momento que el pH desciende hasta 4.4 se presenta el punto isoeléctrico de la

¹²⁸ TARREGA A., *et al.*, citados por ACEVEDO, D., RODRÍGUEZ, A., & FERNANDEZ, A. (2012). Determinaciones de flujo del suero costeño con diferentes concentraciones de sólidos totales. *Biología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 10(2), p. 24.

¹²⁹ FUERTES. Op. Cit., p. 56.

¹³⁰ ALARCÓN. Op. Cit., p. 16.

k-caseína, pues por debajo de este valor la proteína se encuentra cargada positivamente, momento en cual, están cargadas contrariamente formando el complejo (k-caseína – carragenina) que no permite el desprendimiento de agua del gel formado. En este orden de ideas, el porcentaje de sinéresis se incrementa debido a que el pH disminuye durante el periodo de almacenamiento provocando la inestabilidad del complejo (k-caseína – carragenina) ocasionando liberación de agua.

Por su parte Gauche C. *et al.*¹³¹, obtuvieron 23.92% de sinéresis a los tres días de almacenamiento a 4°C, en un bebida láctea tipo yogurt elaborada con 20% de lactosuero dulce, 80% leche y 0,005% de transglutaminasa como estabilizante. La diferencia con los valores encontrados en esta investigación probablemente se debe a la condición entre los estabilizantes usados, ya que, como lo menciona el mismo autor, la transglutaminasa causa una polimerización intermolecular de caseínas mejorando la gelificación, produciendo cambios significativos en las propiedades funcionales de las proteínas de la leche y en la microscopía de gel, disminuyendo el tamaño del poro de la estructura tridimensional, pero con menor eficiencia que la carragenina. Nielsen citado por Alarcón Y.¹³², menciona que, debido a que esta por su alta reactividad con la proteína láctea actúa reforzando la matriz formada por la k-caseína, manteniendo retenidas la moléculas de agua, por lo tanto, evita la exudación del agua dando una textura homogénea impidiendo la precipitación de la proteína previniendo la separación de las fases líquida y sólida.

Rincón F. *et al.*¹³³, obtuvieron 14% de sinéresis a los siete días de almacenamiento a 4°C, en la preparación de una bebida láctea semidescremada con 99.92% de leche, 0.025% de cultivo liofilizado y 0.2% de goma (*Enterolobium cyclocarpum*) como estabilizante. El mismo autor menciona que, esto se debe a la interacción de los ingredientes del sistema lácteo (polisacárido-proteína) en el proceso de formación de la matriz caseínica de la bebida láctea; esta interacción, mejora notablemente las propiedades funcionales de las proteínas e inmoviliza el agua libre en el sistema, además este comportamiento se ha observado también en las carrageninas, las cuales reducen significativamente el porcentaje de sinéresis en una bebida láctea. En la figura 27, muestra la sinéresis que se produjo en uno de los tratamientos

¹³¹ GAUCHE, Cony., et al. Physical properties of yoghurt manufactured with milk whey and transglutaminase. LWT-Food Science and Technology, 2009, vol. 42, no 1, p. 239-243.

¹³² ALARCON. Op. Cit., p. 18.

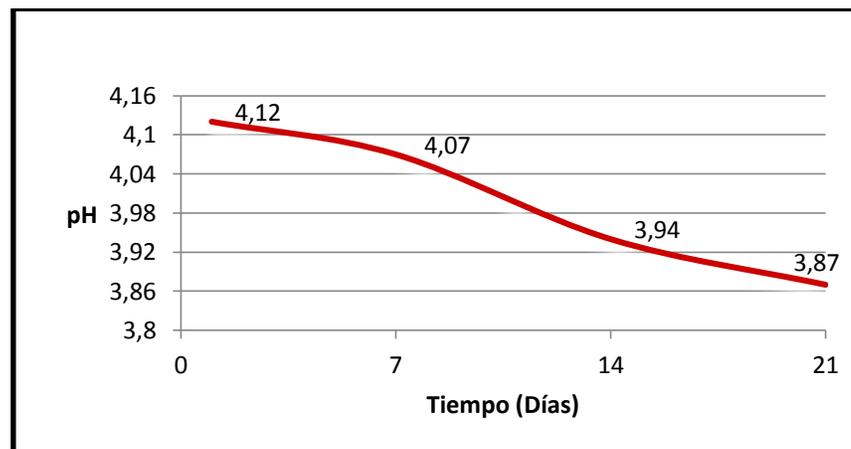
¹³³ RINCÓN. Op. Cit., p. 86.

Figura 27. Ausencia de sinéresis en el T6 y presencia de sinéresis en el T2



6.3.4 pH. En la figura 28, se observa la disminución del pH con respecto al tiempo de almacenamiento, llegando a los 21 días con un pH de 3.87, según Marulanda M.¹³⁴, esto se debe a que durante el almacenamiento la acidez va en aumento, debido a la producción de ácido láctico por parte de las BAL presentes en la bebida láctea fermentada, ocasionando un coeficiente de pH ácido.

Figura 28. Comportamiento del pH durante el almacenamiento



Kailasapathy *et al*; Hassan y Amjad., citados por Parra R.¹³⁵, indican que, la variación del pH se debe a cambios en el contenido de ácido láctico de la bebida láctea, al respecto, sostienen que la variación del pH se debe a la degradación de la lactosa en ácido láctico, durante el almacenamiento, la formación de dicho ácido

¹³⁴ MARULANDA. Op. Cit., p. 18.

¹³⁵ KAILASAPATHY *et al*; HASSAN y AMJAD citados por PARRA HUERTAS, Ricardo Adolfo. Evaluación de Adición de Carambolo, Stevia e Inulina en Yogur. Cultura Científica, 2015, vol. 13, no 13, p. 58-67.

provoca un descenso de pH que tiene lugar no sólo en la incubación, sino también durante el almacenamiento de la bebida láctea, pues los microorganismos que contiene son viables.

En un estudio realizado por Vega G.¹³⁶, reportó valores de pH de 4.26 hasta 3.87, en el almacenamiento durante 21 días a 4°C de la bebida fermentada con *Streptococcus thermophilus* y *Lactobacillus bulgaricus*, a partir de lactosuero dulce y avena molida, similares a los obtenidos en esta investigación, por su parte Miranda O., *et al.*¹³⁷, obtuvo valores de pH de 4.36 a los 28 días de elaboración de una bebida fermentada a partir de lactosuero de leche almacenada a 4°C.

Según Gliksman citado por Alarcón Y.¹³⁸, la mayor estabilidad de la carragenina se logra a pH 9; a pH de 3 a 4 ocurrirá una severa degradación, perdiendo estabilidad el sistema. Sin embargo AGARGEL.¹³⁹, menciona que una vez formado el gel, aun en pH bajo (3.5 a 4.0) no hay ocurrencia de hidrólisis por lo que el sistema permanece estable, además el sistema con carragenina a pH bajo y altas temperaturas durante un tiempo prolongado debe ser evitado.

6.3.5 Análisis microbiológico. En la tabla 14, se presenta los parámetros microbiológicos analizados de la bebida láctea (T6: 75% leche semidescremada, 25% lactosuero, 0.1% carragenina). Los resultados obtenidos corresponden a muestras tomadas en los días 7 y 21 de almacenamiento en refrigeración a 4°C.

Tabla 14. Resultados microbiológicos de la bebida láctea

PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS	Valor		Valor Fuente: Resolución 2310*
	Fuente: esta investigación Día 7	Día 21	
NMP coliformes totales / mL	<3	<3	20 – 93
NMP coliformes fecales / mL	<3	<3	<3
Mesófilos (UFC/mL)	130.000	360.000	**
Recuento de hongos y levaduras (UFC/mL)	231	336	200 - 500

(*) Los valores de la resolución 2310 son para yogurt, tomados como referencia para la bebida láctea fermentada.

(**) No existen valores de referencia.

¹³⁶ VEGA MONTERO, Glenda. Elaboración y Control de Calidad de una Bebida a Base de Suero de Leche y Avena (Avena sativa). Tesis de grado previa la obtención del título de bioquímico farmacéutico. Riobamba-ECUADOR. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Facultad de Ciencias, Escuela de Bioquímica y Farmacia. 2013. 183 p. Disponible en: <<http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/2600/1/56T00377.pdf>>

¹³⁷ MIRANDA. Op. Cit., p. 16.

¹³⁸ ALARÓN. Op. Cit., p. 14.

¹³⁹ AGARGEL. Carragenina: propiedades y especificaciones. Disponible en: <http://www.agargel.com.br/carragenina-tec.html>. 2003. (17 Mar. 2016).

Los valores microbiológicos obtenidos durante el periodo de almacenamiento de la bebida láctea están dentro del rango establecido en la resolución 2310¹⁴⁰, donde establece la normatividad y garantiza su inocuidad, además de establecer su vida útil. La bebida láctea mantuvo durante los 21 días de almacenamiento, recuentos microbiológicos aceptables, considerando el producto apto para su consumo según la norma establecida.

6.4 DETERMINACIÓN DEL VALOR NUTRICIONAL Y CINÉTICA DE CRECIMIENTO DE LA MEJOR FORMULACIÓN

6.4.1 Valor nutricional. En la tabla 15, se muestra la composición nutricional de la mejor formulación (T6: 75% leche semidescremada, 25% lactosuero, 0.1% carragenina) obtenida en esta investigación.

Tabla 15. Composición nutricional de la bebida láctea

PARÁMETRO	BEBIDA LÁCTEA	VALOR FUENTE: Gauche C. et al.	VALOR FUENTE: Endara F.	VALOR FUENTE: Vega G.	VALOR FUENTE: Blanco S. et al.
Humedad g/100g	81,6	89,03	No reporta	84,79	87,05
Sólidos totales g/100g	18,4	10,97	11,4	No reporta	8,84
Grasa g/100g	1,50	2,47	0,08	1,25	0,18
Proteína g/100g	2,44	2,88	2,47	3,47	3,39
Calcio mg/100g	178	No reporta	150	No reporta	164
Fibra cruda g/100g	0,14	No reporta	No reporta	0,12	No reporta
Vitamina C mg/100mg	1.09	No reporta	No reporta	No reporta	4,44

Gauche C., *et al.*¹⁴¹, reportaron valores de humedad, grasa y proteína en un estudio donde evaluaron las propiedades de una bebida láctea fermentada tipo yogurt, elaborado con 20% de lactosuero y transglutaminasa como estabilizante, similares a los encontrados en esta investigación.

No obstante se encuentra una diferencia en la cantidad de sólidos totales respecto a los reportados por los demás autores, de acuerdo a lo expuesto por Lucey *et al.*,

¹⁴⁰ COLOMBIA, MINISTERIO DE SALUD. Op. Cit., p. 1.

¹⁴¹ GAUCHE. Op. Cit., p. 243.

citados por Gauche C., *et al.*¹⁴², esto probablemente se debe a el nivel de lactosuero incorporado el cual, afecta la concentración de sólidos totales en el producto final.

Vega G.¹⁴³, en la elaboración y control de calidad de una bebida a base de lactosuero con la inclusión de avena (*Avena sativa*) reporto un valor de fibra y grasa similar a lo encontrado en esta investigación.

Aunque el valor de grasa fue diferente a lo reportado por Endara F.¹⁴⁴, Blanco *et al.*¹⁴⁵, quienes trabajaron en la elaboración y evaluación nutricional respectivamente de una bebida láctea con leche descremada. Quevedo A. y Saravia F.¹⁴⁶, asegura que la leche parcialmente descremada (en promedio 1.5% de grasa) aporta los mismos nutrientes que la leche entera, pero con menor cantidad de grasa y calorías; además es recomendable para personas mayores de 25 años con el fin de prevenir enfermedades cardiovasculares.

En la bebida láctea se obtuvo un valor de proteína de 2.44 g/100g y calcio de 178 mg/100g similar a lo reportado por Endara F.¹⁴⁷, en la elaboración de una bebida con sabor a mango a partir del lactosuero y leche descremada.

El contenido de ácido ascórbico que se obtuvo en la bebida láctea fermentada fue menor a lo reportado por Blanco S. *et al.*¹⁴⁸, quienes evaluaron física y nutricionalmente un yogurt similar a una bebida láctea con frutas tropicales (mango, piña y maracuyá) en proporciones diferentes, lo cual infiere en la diferencia de los valores reportados ya que, son frutas que presentan un aporte significativo de vitamina C. Sin embargo, bajo la adición de pulpa de mango que se realizó en esta investigación se esperaba obtener un mayor contenido de ácido ascórbico, debido a que “el mango se caracteriza por presentar un contenido elevado de vitaminas y minerales (ácido ascórbico, tiamina, riboflavina, niacina y β —carotenos)”¹⁴⁹.

¹⁴² Ibid. p. 243.

¹⁴³ VEGA. Op. Cit., p. 183.

¹⁴⁴ ENDARA, Francisco. Elaboración de una bebida a partir del suero de queso y leche descremada con sabor a mango. *Trabajo de grado en ingeniería agroindustria. Honduras*, 2002. 38 p. Disponible en: <<http://bdigital.zamorano.edu/handle/11036/1536>>

¹⁴⁵ BLANCO, Sabrina, *et al.* Evaluación física y nutricional de un yogurt con frutas tropicales bajo en calorías. *Revista Facultad Agronomía*. Maracay 32:131-144. 2006. p 13.

Disponible en: <http://revistaagronomiaucv.org.ve/revista/articulos/2006_32_3_2.pdf>

¹⁴⁶ QUEVEDO NAVAS, Alejandra Michelle; SARAVIA FUENTES, Fátima María. Cuantificación de calcio por el método gravimétrico en leches pasteurizadas enteras, fluidas y en polvo, distribuidas en un supermercado en Antiguo Cuscatlán. (Maestría). Universidad de El Salvador, 2012. p. 24

¹⁴⁷ ENDARA. Op, Cit., p. 38.

¹⁴⁸ BLANCO. Op, Cit., p. 13.

¹⁴⁹ PRIETO. Op, Cit., p. 56.

La composición nutricional y la concentración celular $4,2 \cdot 10^9$ UFC/mL de la bebida láctea fermentada, permite clasificar al producto final obtenido en esta investigación como una bebida láctea nutracéutica, porque además de nutrir, posee propiedades funcionales tales como los probióticos. Incluso en un estudio realizado por Sandoval A., *et al.*¹⁵⁰, se determinó la calidad nutracéutica de la pulpa de mango, la cual debido a su actividad antioxidante, presencia de carotenos y fibra dietaria, puede reemplazar aditivos químicos o desempeñarse como alimento funcional.

Por su parte Grajek W., *et al.*¹⁵¹, menciona que, los efectos fisiológicos relacionados con las bacterias prebióticas incluye la reducción del pH en el intestino, producción de algunas enzimas digestivas y vitaminas, producción de sustancias antibacteriales como por ejemplo bacteriocinas, ácidos orgánicos, peróxido de hidrogeno, diacetilo, acetaldehído y lactoperoxidasa, reconstrucción y construcción de microflora intestinal normal después de desórdenes causados por diarrea, terapia con antibióticos y radioterapia, reducción del colesterol en sangre, supresión de infecciones bacteriales, eliminación de carcinogénesis, mejoramiento de la absorción de calcio.

Según la IFIC (Consejo Internacional de Información sobre Alimentos) citado por Pérez H.¹⁵², los alimentos funcionales son aquellos que aparte de su papel nutritivo básico desde el punto de vista material y energético, son capaces de proporcionar un efecto positivo en la salud y en el mantenimiento de la misma, además, de reducir el riesgo de padecer una enfermedad. Una categoría de alimentos funcionales de mucha relevancia es la de los denominados alimentos probióticos, que son definidos como aquellos que contienen microorganismos vivos y tienen algún beneficio en la salud debido a que proveen un equilibrio en la flora intestinal.

Tomasik, citado por el mismo autor, sostiene que, estos productos contienen bacterias de los géneros *Bifidobacterium* y/o *Lactobacillus* o levaduras del género *Saccharomyces*. Por su parte Ramo citado por el mismo autor, afirma que, las bacterias como *Bifidobacterium* y *Lactobacillus* optimizan la salud intestinal al renovar la flora intestinal, previniendo enfermedades gastrointestinales, cáncer de colon, del mismo modo, se previenen enfermedades cardiovasculares, colesterol sanguíneo, efectos contra los infartos del corazón y embolias cerebrales¹⁵³.

¹⁵⁰ SANDOVAL ALDANA. A., FORERO LONGAS. F., GARCIA LOZANO. J. Contenido de fenoles, carotenos y actividad antioxidante en pulpas de mango (*Mangifera indica* L) criollo Colombiano. p. 43 En: Corporación colombiana de investigación agropecuaria, CORPOICA Espinal, Colombia. 2009.

¹⁵¹ GRAJEK, Włodzimierz; OLEJNIK, Anna; SIP, Anna. Probiotics, prebiotics and antioxidants as functional foods. ACTA BIOCHIMICA POLONICA-ENGLISH EDITION. 2005. vol. 52, no 3. p. 665.

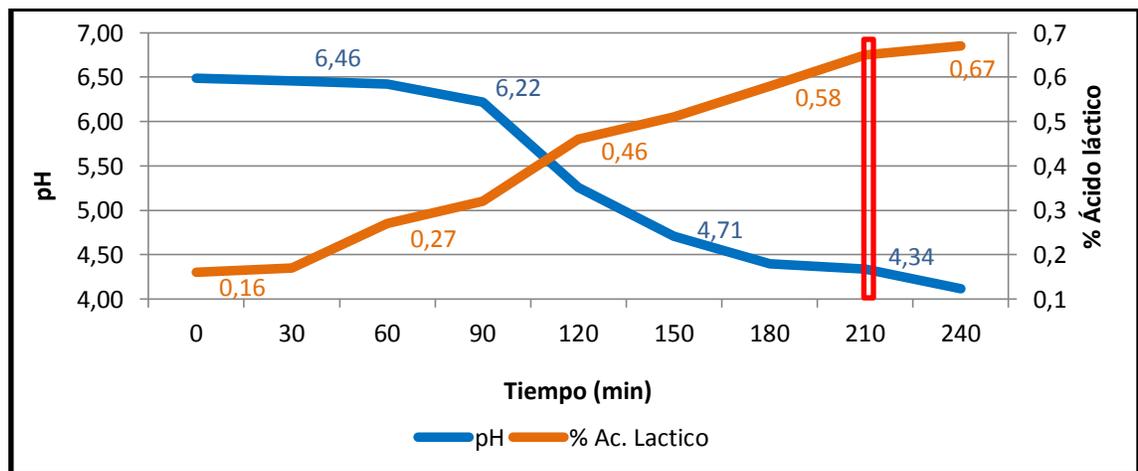
¹⁵² PÉREZ. Op. Cit., p. 28.

¹⁵³ Ibid. p. 28.

Ouwehand *et al.*, citados por Gámez H., et al.¹⁵⁴, señalan que, los productos para que sean considerados como probióticos, deben contar con una población mínima de 10^6 UFC/mL, además, deben tener la cantidad necesaria para que se ingiera una proporción de 10^9 UFC/mL. Sin embargo, Puupponen Pimiä *et al.*, citado por los mismos autores afirma que para poder sostener los beneficios en la salud, la bacteria probiótica debe estar viable y disponible a altas concentraciones, por lo general, $>10^6$ UFC/mL de producto.

6.4.2 Comportamiento de la fermentación líquida a base de BAL. La fermentación láctica es una de las operaciones claves en la elaboración de bebidas lácteas por lo tanto, es importante determinar el comportamiento de este proceso. En la figura 29, se observa que, el porcentaje de ácido láctico al inicio de la fase exponencial fue de 0.16%, alcanzando a los 240 minutos 0.67% de ácido láctico.

Figura 29. Comportamiento de acidez y pH durante el tiempo de incubación de la bebida láctea



En cuanto al pH, este al inicio de la fermentación láctica fue de 6.49, disminuyendo durante el mismo tiempo a 4.12, valores similares a los reportados por Fuertes O. y Paredes Y.¹⁵⁵, quienes obtuvieron, 0.14% de ácido láctico y un pH de 6.55 al inicio de la fermentación, 0.73% de ácido láctico y un pH de 4.4 al final de este

¹⁵⁴ OUWEHAND et al., citados por JURADO GÁMEZ, Henry; RAMÍREZ, Cristina y AGUIRRE, Diana. Cinética de fermentación de *Lactobacillus plantarum* en un medio de cultivo enriquecido como potencial probiótico. Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Pecuarias, Departamento de Producción y Procesamiento Animal, Programa de Zootecnia. Pasto, Colombia. Grupo de Investigación en Procesos Biotecnológicos Aplicados en la Producción Animal y Fisiología y Etología PROBIOTEC-FISE. 2013. p.52. Disponible en: <vip.ucaldas.edu.co/vetzootec/downloads/v7n2a03.pdf>

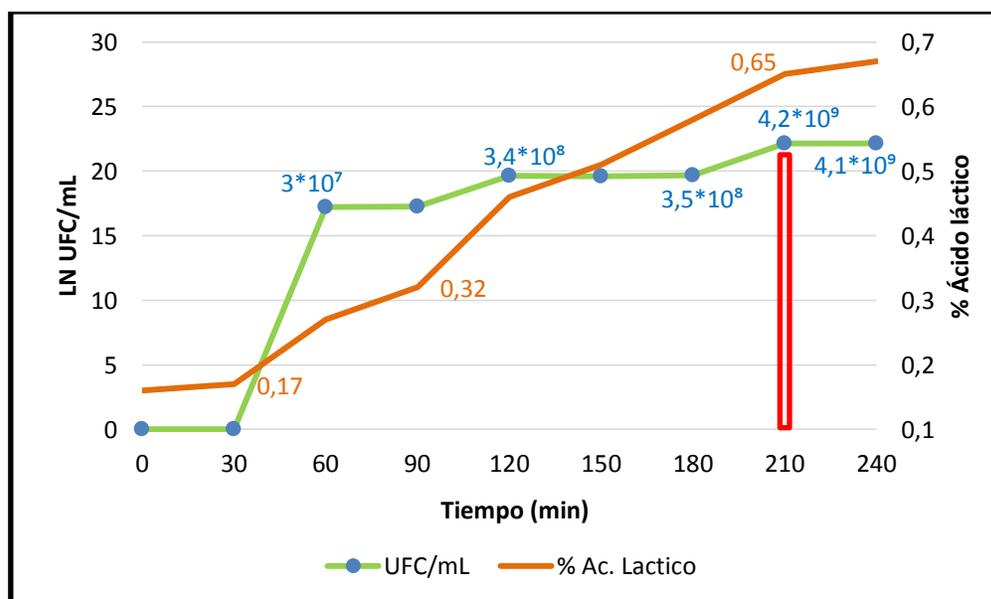
¹⁵⁵ FUERTES. Op. Cit., p. 56.

proceso que duró cuatro horas, en la elaboración y evaluación de una bebida láctea fermentada.

“El comportamiento de estos parámetros durante el tiempo de la fermentación líquida a base de BAL se debe, a la transformación de la lactosa en ácido láctico como consecuencia de la actividad de los cultivos lácticos (*Lactobacillus bulgaricus*, *Streptococcus thermophilus*), los cuales utilizan dicho disacárido como fuente de energía para el crecimiento y la multiplicación celular”¹⁵⁶.

6.4.3 Cinética del crecimiento celular durante la fermentación. En la figura 30, se observa que en la cinética de la fermentación láctica, se presentó un crecimiento celular y a su vez un incremento en la producción de ácido láctico, registrándose la fase logarítmica de crecimiento de las BAL (*Lactobacillus bulgaricus*, *Streptococcus thermophilus*) desde los 30 a los 60 minutos, seguido de la fase estacionaria desde los 60 minutos con 3×10^7 UFC/mL hasta $3,5 \times 10^8$ UFC/mL a los 180 minutos y finalizando con el mayor crecimiento de $4,2 \times 10^9$ UFC/mL a los 210 minutos con 0,65% de ácido láctico, mostrando una ventaja en el tiempo de fermentación ya que permite la obtención de la bebida láctea en menor tiempo favoreciendo los costos de producción.

Figura 30. Crecimiento celular (UFC/mL) vs producción de ácido láctico



Estévez R.¹⁵⁷, mencionan que, se puede distinguir cuatro secciones diferentes durante el crecimiento de cualquier cultivo láctico: fase de adaptación, que comienza inmediatamente después de la inoculación y donde la actividad

¹⁵⁶ MIRANDA. Op. Cit., p. 12.

¹⁵⁷ ESTÉVEZ. Op. Cit., p. 79.

microbiana se detiene debido a una adaptación del microorganismo al medio; fase logarítmica, donde las células muestran la máxima actividad de crecimiento mientras las condiciones óptimas estén disponibles; fase estacionaria, donde el número de BAL permanece constante y comienza la acumulación de metabólicos de desecho (ácido láctico); y la fase de muerte, donde el número de células disminuye debido a la falta de condiciones para su crecimiento.

El mismo autor cita a Østlie *et al.*¹⁵⁸, quien menciona que el número de UFC/mL durante la fermentación empieza en el orden de 3×10^7 UFC/mL y termina en el en 1×10^9 UFC/mL para la bacteria *Lactobacillus acidophilus*, datos similares a los reportados en esta investigación.

Según Guerra L., *et al.*, citados por Parra H.¹⁵⁹, mencionan que, diferentes factores afectan el crecimiento de BAL en un medio de fermentación, los requerimientos nutricionales y la temperatura son los factores más importantes que influyen en el crecimiento de las BAL, donde existe una temperatura óptima (42°C) a la cual la velocidad de crecimiento es más alta y depende de las características del microorganismo utilizado, como también de las condiciones ambientales; el mismo autor menciona que la mayoría de las BAL necesitan además varios aminoácidos y vitaminas del grupo B (lactoflavina, tiamina, biotina, ácido nicotínico, ácido pantotéico, ácido fólico) para su crecimiento.

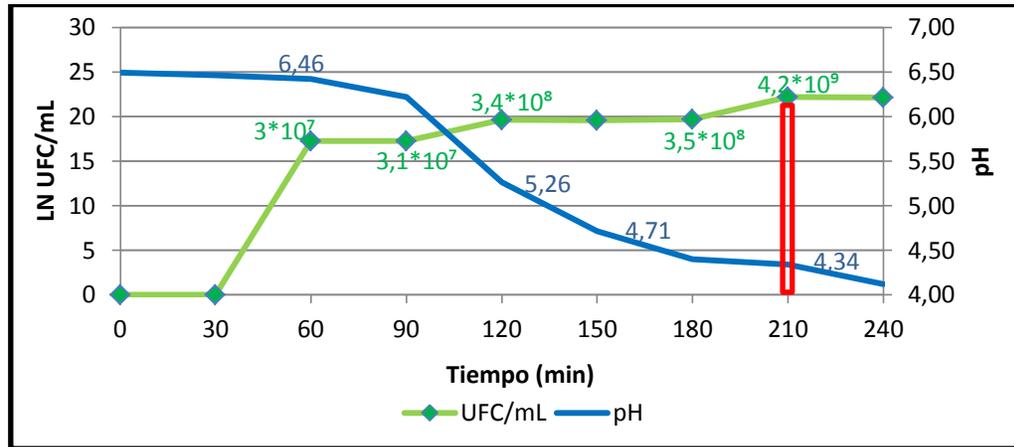
Por su parte, Agudelo C. *et al.*¹⁶⁰, reporta una producción de ácido láctico al final del proceso fermentativo de 1% en la determinación de parámetros cinéticos de BAL aisladas de una bebida láctea y posteriormente, inoculadas en un medio líquido alternativo en un tiempo de incubación de 48 horas. Frente a los resultados obtenidos en esta investigación de 0.65% de ácido láctico a los 210 minutos en un medio de cultivo a base de: 75% leche, 25% lactosuero, 10% azúcar y 3% de cultivo líquido (BAL) donde la actividad microbiana fue superior, en consecuencia, se presentó mayor producción de ácido láctico, los mismos autores señalan que la diferencia en el porcentaje de ácido láctico generado dependen de factores como las condiciones del medio de cultivo, y el método llevado a cabo para realizar el proceso fermentativo.

¹⁵⁸ Ibid. p. 79.

¹⁵⁹ PARRA. Op. Cit., p. 58-67.

¹⁶⁰ AGUDELO, Claudia; ORTEGA, Rodrigo y HOYOS, José Luís. Determinación de parámetros cinéticos de dos inóculos lácticos: *Lactobacillus plantarum* A6 y bacterias ácido lácticas de yogurt. *Facultad de Ciencias Agropecuarias*, 2010, vol. 8, no 2, p. 8-16. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1692-35612010000200002>

Figura 31. Crecimiento celular (UFC/mL) vs pH



En la figura 31, se muestra el descenso del pH mientras aumenta el crecimiento de las bacterias ácido lácticas, además por medio de la cinética se logró determinar el tiempo requerido para obtener el máximo crecimiento celular que fue de $4,2 \cdot 10^9$ UFC/mL, alcanzando un pH óptimo de 4.3 en la fermentación de la bebida láctea a los 210 minutos.

Lo anterior según Østlie *et al.*, Purwandari *et al.* Y Lund *et al.*, citados por Estévez R.¹⁶¹, se debe a que en la cinética de las BAL, para alcanzar un valor suficiente de unidades formadoras de colonias ($>10^7$ UFC/mL) se da a un pH 4.5. Para que *L. bulgaricus* llegue a un pH de 4.5 la fermentación debe ser por 18 horas a 40°C. Mientras que el *S. thermophilus* se espera que alcance el pH de 4.5 entre 9 y 10 horas de incubación a 40°C; para la mezcla de microorganismos *L. bulgaricus* y *S. thermophilus* se espera que el valor de pH de 4.5 se alcance en un lapso de 6 a 7 horas.

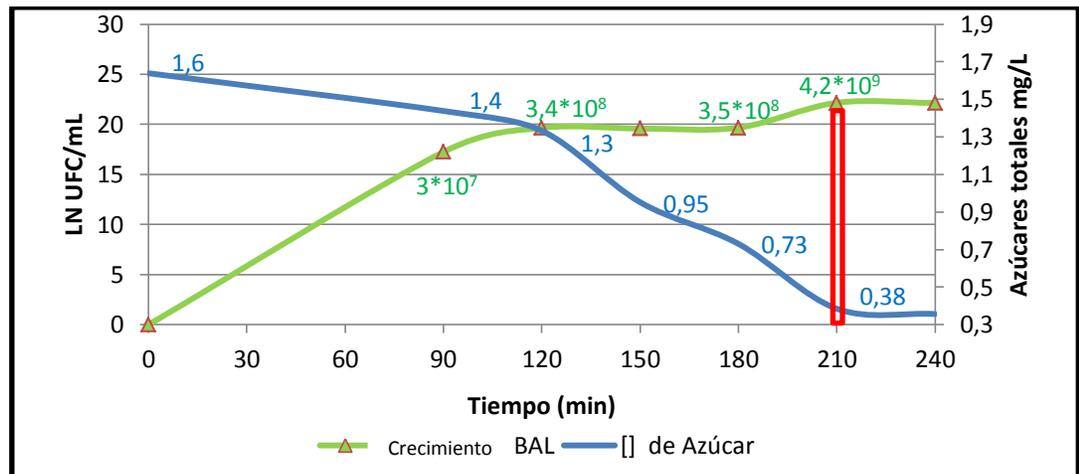
Sin embargo, en la presente investigación, el pH de 4.3 en la bebida láctea se lo obtuvo a las 3 horas y 30 minutos de la fermentación, manifestándose una reducción en el tiempo de fermentación de la bebida láctea a través del tiempo de incubación, lo que generó un medio con características óptimas para el crecimiento de las BAL.

6.4.4 Azúcares totales. En la figura 32, se observa una disminución en la concentración de los azúcares totales mientras se presentaba una fase de crecimiento progresivo y una fase estacionaria de las BAL durante el periodo de fermentación. En los primeros 120 minutos de fermentación los microorganismos consumieron 0.2 mg/L de la fuente energética disponible. Ya en la fase exponencial las bacterias ácido lácticas, aprovecharon aproximadamente 1.3 mg/L

¹⁶¹ ESTÉVEZ. Op. Cit., p. 79.

de los azúcares totales y durante los 30 minutos finales del proceso fermentativo hubo un consumo de 0.04 mg/L.

Figura 32. Relación consumo de azúcar/crecimiento celular



Este comportamiento, se debe a que las BAL requieren para su multiplicación de azúcares como lactosa y glucosa, además de aminoácidos, vitaminas y otros factores de crecimiento por lo tanto, la leche mezclada con lactosuero es un medio típico y satisfactorio para la proliferación de este tipo de bacterias¹⁶².

Probablemente la mayor cantidad del sustrato consumido por las BAL es dirigido al crecimiento celular, además de la producción de ácido láctico. Sin embargo, Tarik *et al.*, citados por Agudelo C., *et al.*¹⁶³, mencionan que, otro producto asociado al crecimiento celular es la generación de enzimas, que producen altas cantidades B-galactosidasas las cuales, hidrolizan la lactosa. Los mismos autores citan a Gilbreth y Somkuti quienes afirman que “también está asociado a *Streptococcus thermophilus*, la producción de ciertas bacteriocinas las cuales inactivan microorganismos patógenos tales como *Clostridium sporogenes*, *Clostridium botulinum*, *Bacillus cereus* y *Listeria monocytogenes*”¹⁶⁴.

¹⁶² RAMÍREZ RAMÍREZ José Carmen, *et al.* Bacterias lácticas: Importancia en alimentos y sus efectos en la salud. Revista Fuente Año, 2011, vol. 2, no 7, p. 1-16.

¹⁶³ AGUDELO. Op. Cit., p. 16.

¹⁶⁴ Ibid. p. 16.

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1 CONCLUSIONES

- La inclusión de la carragenina Kappa II empleada como estabilizante en la elaboración de la bebida láctea, demostró ser efectiva en el control de la viscosidad y el porcentaje de sinéresis del producto.
- El análisis de la calidad composicional, microbiológica y sanitaria de las materias primas fue de gran importancia, ya que se logró determinar y conocer estas características de la leche y el lactosuero usados en la elaboración de la bebida láctea, obteniendo un producto de buena calidad nutricional e inocuo.
- La formulación con el 25% de lactosuero, 75% leche semidescremada y 0.1% de carragenina, fue el tratamiento que mejor comportamiento presentó con una acidez mínima permitida (0,60% Ac. láctico), una viscosidad aceptable (1083 cp) y bajo porcentaje de sinéresis (3,02%) a los 2 días de la elaboración de la bebida láctea.
- La vida útil del producto se determinó en 21 días, siendo este, el periodo máximo de almacenamiento, en el cual, la bebida láctea fermentada no presentó ningún signo de descomposición, por el contrario, las características como, la textura, la viscosidad, homogeneidad, pH, acidez y la calidad microbiológica mostraron un producto agradable e inocuo.
- La composición nutricional de la bebida láctea fermentada indicó que sus aportes en Sólidos Totales (18,4 g/100g), Grasa (1,5 g/100g), Proteína (2,44 g/100g) y Calcio (178 mg/100g) son significativos.
- A pesar de que la pulpa de mango es una fuente de fibra y vitamina C, la presencia de estos componentes no fue la que se esperaba en la composición nutricional de la bebida láctea.
- Durante el tiempo de fermentación de la bebida láctea se presentó una producción de ácido láctico (0.65%) y un pH (4.34) adecuados favoreciendo el crecimiento de las BAL, obteniendo a los 210 minutos el mayor crecimiento celular demostrando que la fermentación se puede generar en menor tiempo, siendo este, un resultado positivo, ya que reduce los costos de producción de este tipo de productos.
- La bebida láctea tuvo como propiedad nutraceutica los probióticos que se lograron determinar en la cinética de crecimiento celular, que fue de $4,2 \cdot 10^9$ UFC/mL al final de la fermentación.

- En la relación consumo de azúcar/crecimiento celular, se demostró que el 25% de lactosuero, 75% leche y el 10% de azúcar, son una buena fuente de hidratos de carbono, ya que durante la fermentación, más del 90% del contenido inicial de azúcares totales fue metabolizado por las bacterias, favoreciendo la multiplicación celular y producción de ácido láctico.

7.2 RECOMENDACIONES

- Realizar pruebas sensoriales por medio de la identificación de las características organolépticas, para determinar el grado de aceptabilidad de la bebida láctea fermentada.
- Considerar un menor tiempo de fermentación, analizando el comportamiento de la acidez, el pH, la cinética de crecimiento, la viscosidad y la sinéresis.
- Evaluar la posibilidad de obtener una bebida láctea a base de 100% lactosuero, con la inclusión de estabilizantes.
- Evaluar el efecto de otro tipo de bacterias ácido lácticas sobre la fermentación y las características de calidad del producto.
- Considerar el uso de otro tipo de leche en la elaboración de bebidas lácteas.
- Evaluar la relación costo-beneficio en la elaboración de este tipo de productos.

BIBLIOGRAFÍA

AGUDELO, Claudia; ORTEGA, Rodrigo y HOYOS, José Luís. Determinación de parámetros cinéticos de dos inóculos lácticos: *Lactobacillus plantarum* A6 y bacterias ácido lácticas de yogurt. *Facultad de Ciencias Agropecuarias*, 2010, vol. 8, no 2, p.16. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1692-35612010000200002>

AGARGEL. Carragenina: propiedades y especificaciones. Disponible en: <http://www.agargel.com.br/carragenina-tec.html>. 2003. (17 Mar. 2016).

AIDER, Mohammed et al. skim acidic milk whey cryoconcentration and assessment of its functional properties: Impact of processing conditions. *Innovative FoodScience & Emerging Technologies*, 2009, vol. 10, no 3, p.341.

ALARCÓN, Yiria Susana. Evaluación del uso de carrageninas en bebidas lácteas fermentadas. (Tesis Ingeniero en Alimentos). Valdivia: Universidad Austral de Chile, 2003. 79 p. Disponible en: <<http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2003/faa321e/pdf/faa321e.pdf>> fecha de acceso: 18 Ene. 2016

ALCENTRAL, citado por MENDOZA CORBIS, Fernando. Evaluación de las condiciones de secado por aspersión de un producto a base de lactosuero y pulpa de mango variedad Magdalena river (*Mangífera indica*) adicionado con *Bifidobacterium bifidum*. Trabajo de grado Máster en Ciencias Agroalimentarias con énfasis en Ciencias. Ciénaga de oro: Universidad de Córdoba, Facultad de Ingenierías, Programa de Ingeniería de Alimentos, 2015. p. 206

ALIMENTARIUS, CÓDEX. Codex Stan 243-2003. *Norma del Codex para leches fermentadas*.

ÁLVAREZ MIRA, María Clara. Caracterización fisicoquímica de los diferentes tipos lactosueros producidos en la Cooperativa Colanta LTDA. 2013. Tesis Doctoral. Corporación Universitaria Lasallista. p. 1-42

BARÓ RODRÍGUEZ, Luis, et al. Péptidos y proteínas de la leche con propiedades funcionales. Repositorio Institucional de la Universidad de Granada. *Revistas ARS Pharmaceutica. ArsPharmaAPh*, vol. 42(3-4) > 2001. p. 1-11.

BLANCO, Sabrina, et al. Evaluación física y nutricional de un yogurt con frutas tropicales bajo en calorías. *Revista Facultad Agronomía*. Maracay 32:131-144. 2006. p 13.

BUCHELI JURADO, Mauricio Alexander. Estudio de factibilidad para el montaje de una línea de proceso para la elaboración de una bebida láctea saborizada utilizando suero de quesería en la planta de producción de la cooperativa de

productos de lácteos de Nariño Ltda. Ubicada en el municipio de Pupiales. Pasto: Universidad de Nariño, Facultad de Ingeniería Agroindustrial, 2005. p. 41.

CARRASCO, C. A., & GUERRA, M. (2010, January). Lactosuero como fuente de péptidos bioactivos. In *Anales Venezolanos de Nutrición*. Vol. 23, No. 1, p. 42-49.

CASTELLET SÁNCHEZ, Anna. Intestinos y flora intestinal. *Estudios Superiores Presenciales y a Distancia*. 2012. p. 18 Disponible en: <<http://www.annacastellet.com/files/2012/10/los-intestinos-y-la-flora-intestinal.pdf>> Fecha de consulta: 29 Ene. 2016.

COCK, Liliana Serna; LEÓN, Cristian Torres. Potencial agroindustrial de cáscaras de mango (*Mangifera indica*) variedades Keitt y Tommy Atkins. *Acta Agronómica*, 2015, vol. 64, no 2, p. 110-115.

COLOMBIA, MINISTERIO DE SALUD, resolución número 02310 de 1986 (24 de Febrero de 1986) Por la cual se reglamenta parcialmente el Título V de la Ley 09 de 1979, en lo referente a procesamiento, composición, requisitos, transporte y comercialización de los Derivados Lácteos. n Bogotá, D.C., 1988. p. 1-41 Disponible en: <https://www.invima.gov.co/images/stories/resoluciones/resolucion_02310_1986.pdf>

COLOMBIA. MINISTERIO DE LA PROTECCIÓN SOCIAL. Decreto número 616 del 28 febrero 2006. Por el cual se expide el Reglamento Técnico sobre los requisitos que debe cumplir la leche para el consumo humano que se obtenga, procese, envase, transporte, comercializa, expendi, importe o exporte en el país. Dado en Bogotá, D. C. a los 28 FEB 2006. p. 1-41. Disponible en: https://www.invima.gov.co/images/stories/aliamentos/decreto_616_2006.pdf

COLOMBIA. NORMA TÉCNICA COLOMBIANA. Productos lácteos leche cruda NTC 399 Bogotá: ICONTEC, 2002. p. 23 (NTC 399).

COLOMBIA. Norma Técnica Colombiana. Productos Lácteos. Leches Fermentadas. NTC 805. Bogotá: ICONTEC, 2002. p. 24.

COLOMBIA. NORMA TÉCNICA COLOMBIANA. Leche y Productos Lácteos. Determinación de la Acidez Titulable – Método de Referencia. NTC 4978 Bogotá: ICONTEC, 2001. p. 9 (NTC 399).

Consolidado Agropecuario de Nariño. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Secretaria de Agricultura y Medio Ambiente. Departamento de Nariño, 2012.

CÓRDOBA MÁRQUEZ, Rubén. Metodología alternativa para la utilización del suero de queso en base a derivados de la industria cañera, 2013. p. 18.

CORRALES, Luz. SEPULVEDA, José. La leche se procesamiento y su control. En: Colombia 2005. ed: centro de publicaciones universidad nacional de Colombia ISBN 958-8526 -1 v. 1 p. 324.

CUARTAS B., citado por MORALES LOZANO, Rogelio Adolfo. Elaboración de una bebida de tipo funcional para la alimentación a partir de lactosuero. Trabajo de grado para optar el título de Ingeniero Químico. México D.C. Universidad Veracruzana. Facultad de Ciencias Químicas Ingeniería Química, 2011. p. 56.

DANE 2012, Citado por LÓPEZ M. y OJEDA C. Plan estratégico para las pymes del sector lácteo en el municipio de San Juan de Pasto 2014-2019. Tesis Doctoral.2015. p. 316

DENGLER y KRATZ, citados por CASTRO, Wendy Natalia Rojas; et al. Características del yogurt batido de fresa derivadas de diferentes proporciones de leche de vaca y cabra. *Agronomía mesoamericana*, 2006, vol. 18, no 2, p. 221-237.

DIAZ, Olga; PEREIRA, Carlos D y COBOS, Ángel. Aplicaciones de los concentrados y aislados de proteínas de lactosuero en la industria alimentaria. *Alimentaria*, 2009, no 400, p. 108-115.

DUBOIS, M.; HAMILTON,; REBRS, P. A.; SMITH, F., 1956. Colorimetric method for determination of sugar and related substances. *Anal. Chem.* 28, 350-356.

ENDARA, Francisco. Elaboración de una bebida a partir del suero de queso y leche descremada con sabor a mango. *Trabajo de grado en ingeniería agroindustria. Honduras*, 2002. p. 38 Disponible en: <<http://bdigital.zamorano.edu/handle/11036/1536>>

ESTÉVEZ. R. Caracterización de la cinética de crecimiento de microorganismos lácticos a través de ultrasonidos y su transformada wavelet. Tesis Doctoral. Oaxaca, México. Instituto Politécnico Nacional Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional Unidad OAXACA. 2011 p. 1-79 Disponible en: <<http://www.repositoriodigital.ipn.mx/handle/123456789/8013?show=full>>

FAO, Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Federación Panamericana de Lechería, FEPALE. Situación de la Lechería en América Latina y el Caribe en 2011. Observatorio de la Cadena Lechera. Oficina regional de la FAO para América Latina y el Caribe. División de Producción y Sanidad animal. 2012. Disponible

en:http://www.fao.org/fileadmin/templates/est/COMM_MARKETS_MONITORING/Dairy/Documents/Paper_Lecher%C3%ADa_AmLatina_2011.pdf. Fecha de consulta: 25 Ene. 2016.

FEDERACIÓN COLOMBIANA DE GANADEROS, FEDEGAN. Fondo Nacional del Ganado-Fondo Estabilización de Precios. Producción Colombia. Disponible en: <<http://www.fedegan.org.co/estadisticas/produccion-0>> Fecha de consulta: 22 Ene. 2016

FERREIRA MONTERO, I.J. y LUENGO FERNÁNDEZ E. La dieta como concepto terapéutico. Conceptos de alimento funcional y de nutraceutico. Situación actual de los alimentos funcionales y nutraceuticos. Aspectos legales. Sociedad Española de Cardiología. 2007. p. 1-12.

FUERTE FORERO. Oscar y PAREDES CUASTUMAL. Yuli. Evaluación del efecto de tres niveles de carragenina kappa II sobre la calidad de una bebida láctea fermentada. Trabajo de grado Ingeniero agroindustrial. San Juan de Pasto.: Universidad de Nariño. Facultad de Ingeniería Agroindustrial, Programa de Ingeniería Agroindustrial, 2014. p. 91

GAUCHE, Cony. et al. Physical properties of yoghurt manufactured with milk whey and transglutaminase. LWT-Food Science and Technology, 2009, vol. 42, no 1, p. 239-243.

GONZÁLEZ CÁCERES, Marcelino de Jesús. Aspectos medio ambientales asociados a los procesos de la industria láctea. En: Mundo Pecuario, 8(1), 2012: p. 16-32. Disponible en: <<http://www.saber.ula.ve/bitstream/123456789/34620/1/articulo2.pdf>> fecha de ingreso: 9 Ene. 2015

GUERRERO, W, *et al.* Lactosuero y su problemática en el medio ambiente. XI Congreso nacional de ciencia y tecnología de alimentos. Universidad de Guanajuato. Monterrey-Nuevo León. México. [En línea] 2009. p. 6 [citado 2014-02-25] Disponible en: http://www.uaeh.edu.mx/investigacion/icbi/LI_MicroAlim/Javier_Castro/10.pdf

GRAJEK, Włodzimierz; OLEJNIK, Anna; SIP, Anna. Probiotics, prebiotics and antioxidants as functional foods. ACTA BIOCHIMICA POLONICA-ENGLISH EDITION. 2005. vol. 52, no 3. p. 665.

HARTMANN, Rainer; MEISEL, Hans. Food-derived peptides with biological activity: from research to food applications. *Current opinion in biotechnology*, 2007, vol. 18, no 2, p. 163-169.

INVIMA, Instituto Nacional de Vigilancia y Control de Medicamentos y Alimentos-INVIMA. "Resolución 2310 de 1986 por la cual se legisla el procesamiento, composición, requisitos, transporte y comercialización de los Derivados Lácteos." (1986).

JUCA CEDILLO, Rosa Daniela; PÉREZ PORTILLA, Adriana Patricia. Determinación de lactosa en leche deslactosada y su comparación con la fórmula aplicada en la empresa de Lácteos San Antonio. (Trabajo de grado). Cuenca Ecuador, 2010. p. 146 Disponible en: <<http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/2427/1/tq1068.pdf>> (20/04/2014).

KAILASAPATHY *et al*; HASSAN y AMJAD citados por PARRA HUERTAS, Ricardo Adolfo. Evaluación de Adición de Carambolo, Stevia e Inulina en Yogur. Cultura Científica, 2015, vol. 13, no 13, p. 58-67.

LERCHE M., citado por. AGUDELO GÓMEZ, Divier Antonio y BEDOYA MEJÍA, Oswaldo. Composición nutricional de la leche de ganado vacuno. Revista LASALLISTA de investigación, 2005, vol. 2, no 1, p. 38-42.

LONDOÑO, M. M., et al. BEVERAGE, FERMENTED FRESH CHEESE MILKWHEY. Bebida fermentada de suero de queso fresco inoculada con *Lactobacillus casei*. *Rev. Fac. Nal. Agr. Medellín*, 2008, vol. 61, no 1, p. 4409-4421.

LUBBERS et al., citados por PARRA H., Ricardo A., MORENO, Diana C., MEDINA R., Michael F., Propiedades sensoriales, físicas y bromatológicas de yogurt suplementado con yacón. p. 14 *Vitae* [en línea] 2012, 19 (Enero-Abril): [Fecha de consulta: 13 de enero de 2016] Disponible en: <<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=169823914056>> ISSN 0121-4004

MARTINEZ ELIZARLE, Karla. Propiedades Nutraceuticas del Fruto de *Cyrtocarpa procera* Kunth. (Tesis). México: Instituto Politécnico Nacional, 2011. p. 64

MARTÍNEZ, citado por TORRES, Juan Diego. Optimización de las condiciones de operación de tratamientos osmóticos destinados al procesado mínimo de mango (*Mangifera indica* L.). Valencia, España: Universidad Politécnica de Valencia, 2007. p. 9.

MARULANDA OLIER, Mateo León. Elaboración y evaluación de una bebida tipo yogurt a base de lactosuero dulce fermentada con (*Streptococcus salivarius* ssp. *Thermophilus*) y (*Lactobacillus casei*). Tesis Doctoral. Universidad de Cartagena. Facultad de Ingeniería. 2012. p. 74.

MASIBO, M. y PIERSON, J., citados por WALL MEDRANO, Abraham, et al. El mango: aspectos agroindustriales, valor nutricional/funcional y efectos en la salud. *Nutricion hospitalaria*, 2014, vol. 31, no n01, p. 67-75.

MIRANDA MIRANDA, Oscar, *et al.* Elaboración de una bebida fermentada a partir del suero de queso: Características distintivas y control de Calidad. *En: Revista Cubana de Alimentación y Nutrición* 17, 2007. p. 103-108.

MONSALVE, Jorge y GONZÁLEZ, Danelis. Elaboración de un queso tipo ricotta a partir de suero lácteo y leche fluida. *Revista Científica*, 2005, vol. 15, no 6, p. 543-550.

MORALES LOZANO, Rogelio Adolfo. Elaboración de una bebida de tipo funcional para la alimentación a partir de lactosuero. Tesis. Facultad de ciencias químicas. Universidad Veracruzana. 2011. p 48.

MURILLO G. Olga Marta. Dirección de Mercadeo y Agroindustria Área Desarrollo de Producto, Tecnóloga de Alimentos. Disponible en: http://www.cnp.go.cr/biblioteca/fichas/Mango_FTP.pdf (20/01/2015). p. 12

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, FAO. Producción y productos lácteos. Composición de la leche. Disponible en: <http://www.fao.org/agriculture/dairy-gateway/leche-y-productos-lacteos/composicion-de-la-leche/es/#.VqqreJrhDIW>. Fecha de consulta: 28 Ene. 2016

OUWEHAND et al., citados por JURADO GÁMEZ, Henry; RAMÍREZ, Cristina y AGUIRRE, Diana. Cinética de fermentación de *Lactobacillus plantarum* en un medio de cultivo enriquecido como potencial probiótico. Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Pecuarias, Departamento de Producción y Procesamiento Animal, Programa de Zootecnia. Pasto, Colombia. Grupo de Investigación en Procesos Biotecnológicos Aplicados en la Producción Animal y Fisiología y Etología PROBIOTEC-FISE. 2013. p.37-52. Disponible en: <http://vip.ucaldas.edu.co/vetzootec/downloads/v7n2a03.pdf>

PARRA HUERTAS, Ricardo Adolfo. Lactosuero: importancia en la industria de alimentos. *Revista Facultad Nacional de Agronomía, Medellín*, 2009, vol. 62, no 1, p. 4969.

PÉREZ GAVILÁN ESCALANTE, Jorge; PÉREZ GAVILÁN ESCALANTE, José Pablo. *Bioquímica y microbiología de la leche*. México: Limusa, 1995. 202 p. ISBN 9681816439.

PÉREZ LEONARD, Heidy. Nutracéuticos: componente emergente para el beneficio de la salud. ICIDCA. Sobre los Derivados de la Caña de Azúcar, 2006, vol. 40, no 3, p. 20-28. Disponible en:

< <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=223120665003>> fecha de ingreso: 17 ene. 2016

POSADA, Katherine; TERÁN, Diana Milena y RAMÍREZ-NAVAS, Juan Sebastián. Empleo de lactosuero y sus componentes en la elaboración de postres y productos de confitería. La alimentación latinoamericana, 2011, p. 66-73.

POVEDA, Elpidia. Suero lácteo, generalidades y potencial uso como fuente de calcio de alta biodisponibilidad. Revista chilena de nutrición, 2013, vol. 40, no 4, p. 397-403.

PRIETO, J.J., COVARRUBIAS, J.E., CADENA, A.R. Y VIERA, J.F. Paquete tecnológico para el cultivo de mango en el Estado de Colima. 2012; 3: p.56.

QUEVEDO NAVAS, Alejandra Michelle; SARAVIA FUENTES, Fátima María. Cuantificación de calcio por el método gravimétrico en leches pasteurizadas enteras, fluidas y en polvo, distribuidas en un supermercado en Antiguo Cuscatlán. (Maestría). Universidad de El Salvador, 2012. p. 14

QUEVEDO, Licarallén. et al. Intolerancia a la lactosa. Universidad de Chile. Facultad de Medicina. Departamento de Pediatría y Cirugía Infantil. En Revista Pediatría Electrónica. 2011, Vol 8, N° 3. ISSN 0718-0918.

RAJKUMAR P., et al., citados por QUINTERO, Víctor D.; GIRALDO, Germán A y CORTES, Misael. Desarrollo de pulpa de mango común tratada enzimáticamente y adicionada con calcio, oligofruktosa y vitamina c. Temas Agrarios, 2011, vol. 16, no 1.

RAMÍREZ NAVAS, J. S. Aprovechamiento Industrial de Lactosuero. En XV Congreso Latinoamericano de Estudiantes de Ingeniería Química-XV COLAEIQ. p. 50.

RAMÍREZ O y VÉLEZ F. Efecto de la incorporación de estabilizantes en la viscosidad de bebidas lácteas no fermentadas. Departamento de ingeniería química y alimentos, fundación universitaria de las américas Puebla. Martir. Cholua. Puebla. México2009. Vol. 4 p. 13

RAMÍREZ RAMÍREZ José Carmen, *et al.* Bacterias lácticas: Importancia en alimentos y sus efectos en la salud. Revista Fuente Año, 2011, vol. 2, no 7, p. 1-16.

REVILLA, Aurelio. Tecnología de la leche: procesamiento, manufactura y análisis. México: Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, 1976. p. 36 - 37.

RINCÓN, F; OBERTO, A y DE PINTO, G. Funcionalidad de la goma de *Enterolobium cyclocarpum* en la preparación de yogurt líquido semidescremado. En *Revista Científica Mundo Lácteo y Cárnico*, 2005, vol. 15, no 1, p.87.

SAGAN 2012, Citado por LÓPEZ M. y OJEDA C. Plan estratégico para las pymes del sector lácteo en el municipio de San Juan de Pasto 2014-2019. Tesis Doctoral.2015. p. 316

SANDOVAL ALDANA. A., FORERO LONGAS. F., GARCIA LOZANO. J. Contenido de fenoles, carotenos y actividad antioxidante en pulpas de mango (*Mangifera indica* L) criollo Colombiano. En: Corporación colombiana de investigación agropecuaria, CORPOICA Espinal, Colombia. 2009. p. 34

SHCHIPUNOV, Yu A.; CHESNOKOV, A. V. Carrageenan gels in skim milk: formation and rheological properties. *Colloid Journal*, 2003, vol. 65, no 1, p.113. En: <http://link.springer.com/article/10.1023/A:1022335428512>

SOLÍS BRAVO, Inelia María. Estudio comparativo de las propiedades finales de extractos de carragenina κ -I / κ -II utilizando distintas algas productoras de carragenina κ -II. (Trabajo de grado). Valdivia, Chile: Universidad Austral de Chile, 2007. p. 5.

SPREER, Edgar. Lactología industrial: leche, preparación y elaboración, máquinas, instalaciones y aparatos, productos lácteos. España: Acribia, 1991. p. 429.

TARREGA A., *et al.*, citados por ACEVEDO, D., RODRÍGUEZ, A., & FERNANDEZ, A. (2012). Determinaciones de flujo del suero costeño con diferentes concentraciones de sólidos totales. *Bioteología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 10(2), 18-24.

TITUAÑA CALAPIÑA, Maricela Verónica. Obtención de mermelada de guayaba (*Psidium*, Guajava L.) utilizando tres niveles de pulpa de sábila (*Aloe vera* *barbadensis*) y carragenina para la industria pastelera en la universidad estatal de Bolívar. (Trabajo de grado). Guaranda – Ecuador: Universidad Estatal de Bolívar. 2013. p. 15.

TORRES MARTINEZ, Juan Luis, et al. Formulación de una bebida saborizada a base de lacto-suero. Disponible en: <http://www.itsrll.edu.mx/files/Articulo-bebida-lactosuero.pdf> (20/04/2014). p. 23

VARGAS, Triana. Calidad e inocuidad de la leche y productos lácteos. Facultad de Ciencias Veterinarias, Departamento de Salud Pública. En III Foro Venezolano de La Leche. 2014. Disponible en: <[http://www.mific.gob.ni/Portals/0/Portal %20Empresarial/Calidad%20e%20inocuidad%20de%20la%20leche%20y%20productos%20lacteos.pdf](http://www.mific.gob.ni/Portals/0/Portal%20Empresarial/Calidad%20e%20inocuidad%20de%20la%20leche%20y%20productos%20lacteos.pdf)>.

VEGA MONTERO, Glenda. Elaboración y Control de Calidad de una Bebida a Base de Suero de Leche y Avena (Avena sativa). Tesis de grado previa la obtención del título de bioquímico farmacéutico. Riobamba-ECUADOR. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Facultad de Ciencias, Escuela de Bioquímica y Farmacia. 2013. p. 183 Disponible en: <<http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/2600/1/56T00377.pdf>>

VELA GUTIÉRREZ, Gilber., *et al.* Bebida probiótica de lactosuero adicionada con pulpa de mango y almendras. Mexico: Revista ReCiTeIA, 2012. p. 7.

VÉLEZ, J.; RIVAS, A. Propiedades y características del yogur. *Revista Internacional Información Tecnológica*, 2001, vol. 12, no 6, p. 42.

WEINBRECK y Col citados por CARO, David. Efecto de la adición de transglutaminasa y carragenina en geles lácteos inducidos por renina. México. D.F, Tesis Doctoral. Instituto politécnico Nacional. 2013. p. 98 Disponible en: <http://revistaagronomiaucv.org.ve/revista/articulos/2006_32_3_2.pdf>

REYES ARREGUÍN, Blanca Rosa; SOLTERO GARDEA, Sergio. Composición y Uso de la Leche. 2014 p. 12 Disponible en: <http://cofocalec.org.mx/docs/composicion_y_uso_de_laleche.pdf> (20/04/2014).

ANEXOS

Anexo 1. Análisis de varianza para acidez

Fuente	G.L.	Suma de Cuadrados	Cuadrado de la Media	F-Valor	Pr > F
Suero	2	0,086	0,043	150,04	<,0001
Carragenina	2	0,115	0,057	200,39	<,0001
Suero*Carragenina	4	0,016	0,004	14,18	<,0001
Error	18	0,005	0,00028		
Total Correcto	26	0,223			

Anexo 2. Análisis de medias de cuadrados mínimos para acidez

Tratamientos	Suero (%)	Carragenina (%)	Medias	Error estándar	Pr > t
T1	15	0	0,585	0,0097	<.0001
T2	15	0,01	0,765	0,0097	<.0001
T3	15	0,1	0,624	0,0097	<.0001
T4	25	0	0,597	0,0097	<.0001
T5	25	0,01	0,732	0,0097	<.0001
T6	25	0,1	0,601	0,0097	<.0001
T7	35	0	0,540	0,0097	<.0001
T8	35	0,01	0,606	0,0097	<.0001
T9	35	0,1	0,444	0,0097	<.0001

Anexo 3. Análisis de varianza para viscosidad

Fuente	G.L.	Suma de Cuadrados	Cuadrado de la Media	F-Valor	Pr > F
Suero	2	1100185,18	550092,59	118,82	<,0001
Carragenina	2	347962,96	173981,48	37,58	<,0001
Suero*Carragenina	4	139814,81	34953,70	7,55	0,0009
Error	18	83333,33	4629,63		
Total Correcto	26	1671296,29			

Anexo 4. Análisis medias de cuadrados mínimos para viscosidad

Tratamientos	Suero (%)	Carragenina (%)	Medias	Error estándar	Pr > t
T1	15	0	1516,66	39,28	<.0001
T2	15	0,01	1450,00	39,28	<.0001
T3	15	0,1	1166,66	39,28	<.0001
T4	25	0	1316,66	39,28	<.0001
T5	25	0,01	983,33	39,28	<.0001
T6	25	0,1	1083,33	39,28	<.0001
T7	35	0	983,33	39,28	<.0001
T8	35	0,01	933,33	39,28	<.0001
T9	35	0,1	733,33	39,28	<.0001

Anexo 5. Análisis de varianza para sinéresis

Fuente	G.L.	Suma de Cuadrados	Cuadrado de la Media	F-Valor	Pr > F
Suero	2	120,17	60,08	68,72	<.0001
Carragenina	2	8,47	4,23	4,85	0,0207
Suero*Carragenina	4	37,25	9,31	10,65	0,0001
Error	18	15,73	0,87		
Total Correcto	26	181,63			

Anexo 6. Análisis medias de cuadrados mínimos para sinéresis

Tratamientos	Suero (%)	Carragenina (%)	Medias	Error estándar	Pr > t
T1	15	0	3,18	0,539	<.0001
T2	15	0,01	1,42	0,539	0.0168
T3	15	0,1	4,21	0,539	<.0001
T4	25	0	6,08	0,539	<.0001
T5	25	0,01	6,57	0,539	<.0001
T6	25	0,1	3,02	0,539	<.0001
T7	35	0	9,29	0,539	<.0001
T8	35	0,01	6,57	0,539	<.0001
T9	35	0,1	8,42	0,539	<.0001

Anexo 7. Resultado del análisis de la leche entera en el equipo LactoStar

```
Monday 2015/04/06 11:32:47
Nr.      2 [P 1, P, 0]
  3.24%  Grasa
  8.55%  extraco seco magro
  3.06%  Proteina
  4.57%  Lactosa
  1.0316 Densidad
-0.501°C Punto de congelacion (calc)
  0.63 % Minerales
```

Anexo 8. Resultado del análisis de la leche descremada en el equipo LactoStar

```
Monday 2015/04/06 11:35:08
Nr.      3 [P 1, P, 0]
  0.31%  Grasa
  9.05%  extraco seco magro
  3.26%  Proteina
  4.89%  Lactosa
  1.0367 Densidad
-0.507°C Punto de congelacion (calc)
  0.68 % Minerales
```

Anexo 9. Resultado del análisis de la leche estandarizada al 2% de grasa, en el equipo LactoStar

```
Thursday 2015/04/09 11:17:39
Nr.      2 [P 1, P, 0]
  2.08%  Grasa
  8.95%  extraco seco magro
  3.21%  Proteina
  4.80%  Lactosa
  1.0344 Densidad
-0.520°C Punto de congelacion (calc)
  0.68 % Minerales
```

Anexo 10. Resultado del análisis microbiológico de la leche

 Universidad de Nariño	SECCION DE LABORATORIOS INFORME DE RESULTADOS MICROBIOLOGIA	Código: LBE-PRS-FR-113
		Página: 1 de 1
		Versión: 3
		Vigente a partir de: 2013/05/15

LABORATORIO DE MICROBIOLOGIA

Fecha toma muestra:	21 de Abril de 2015	Reporte No	LMR003A-15
Hora toma muestra:	10:00 a.m.	Código de la muestra:	LMA15-003
Fecha de Recepción:	21 de Abril de 2015	Establecimiento:	-
Hora de Recepción:	2:45 p.m.	Usuario:	Javier Ceballos
Fecha de Reporte:	27 de Abril de 2015	Nit/C.C.:	1085244498
Producto:	Leche Cruda	Dirección y Tel:	3166091357
Muestra tomada por:	Javier Ceballos	Municipio - Depto:	Pasto - Nariño
Fecha de Análisis:	21 de Abril de 2015	Motivo de Análisis:	Estudio
		Sitio de toma:	La Florida

RESULTADO VALIDO PARA LA MUESTRA EXAMINADA

PARAMETRO	METODO	TECNICA	UNIDADES	VALOR OBTENIDO *	VALOR DE REFERENCIA
Coliformes Totales	NMP	TUBOS MULTIPLES	No Bacterias / ml	< 3	-
Coliformes Fecales	NMP	TUBOS MULTIPLES	No Bacterias / ml	<3	-
Mesofilos	RECuento EN PLACA	SIEMBRA EN PROFUNDIDAD	UFC	24.800	-
Recuento de Hongos y Levaduras	RECuento EN PLACA	SIEMBRA EN PROFUNDIDAD	UFC	<10	-

Observaciones:
 * el informe de resultados puede ser utilizado para fines académicos, ya que la licencia de funcionamiento del laboratorio se encuentra en trámite.


NANCY GALINDEZ SANTANDER
 Laboratorio Microbiología
 Universidad de Alimentos
 Profesional de Laboratorio
 Registro No 125

Anexo 11. Resultado del análisis microbiológico del lactosuero

 Universidad de Nariño	SECCION DE LABORATORIOS INFORME DE RESULTADOS MICROBIOLOGIA		Código: LBE-PRS-FR-113		
			Página: 1 de 1		
			Versión: 3		
			Vigente a partir de: 2013/05/15		

LABORATORIO DE MICROBIOLOGIA

Fecha toma muestra:	21 de Abril de 2015	Reporte No	LMR003B-15
Hora toma muestra:	10:00 a.m.	Código de la muestra:	LMA15-004
Fecha de Recepción:	21 de Abril de 2015	Establecimiento:	-
Hora de Recepción:	2:45 p.m.	Usuario:	Javier Ceballos
Fecha de Reporte:	27 de Abril de 2015	Nit/C.C.:	1085244498
Producto:	Suero	Dirección y Tel:	3166091357
Muestra tomada por:	Javier Ceballos	Municipio - Depto:	Pasto - Nariño
Fecha de Análisis:	21 de Abril de 2015	Motivo de Análisis:	Estudio
		Sitio de toma:	La Florida

RESULTADO VALIDO PARA LA MUESTRA EXAMINADA

PARAMETRO	METODO	TECNICA	UNIDADES	VALOR OBTENIDO *	VALOR DE REFERENCIA
Coliformes Totales	NMP	TUBOS MULTIPLES	No Bacterias / ml	<3	-
Coliformes Fecales	NMP	TUBOS MULTIPLES	No Bacterias / ml	<3	-
Mesofilos	RECUENTO EN PLACA	SIEMBRA EN PROFUNDIDAD	UFC	10 000	-
Recuento de Hongos y Levaduras	RECUENTO EN PLACA	SIEMBRA EN PROFUNDIDAD	UFC	<10.	-

Observaciones:
 * el informe de resultados puede ser utilizado para fines académicos, ya que la licencia de funcionamiento del laboratorio se encuentra en trámite.


NANCY GALINDEZ SANTANDER
 Profesional de Laboratorio
 Registro No 125

Anexo 12. Resultado del análisis microbiológico de la bebida láctea, al día 7 del periodo de almacenamiento

 Universidad de Nariño	SECCION DE LABORATORIOS INFORME DE RESULTADOS MICROBIOLOGIA	Código: LBE-PRS-FR-113 Página: 1 de 1 Versión: 3 Vigente a partir de: 2013/05/15
---	--	--

LABORATORIO DE MICROBIOLOGIA

Fecha toma muestra:	06 de Mayo de 2015	Reporte No	LMR007-15
Hora toma muestra:	3: 00 p.m.	Código de la muestra:	LMA15-026
Fecha de Recepción:	06 de Mayo de 2015	Establecimiento:	-
Hora de Recepción:	2:45 p.m.	Usuario:	Javier Ceballos
Fecha de Reporte:	13 de Mayo de 2015	Nit/C.C.:	1085244498
Producto:	Bebida Lactea	Dirección y Tel:	3166091357
Muestra tomada por:	Javier Ceballos	Municipio - Depto:	Pasto - Nariño
Fecha de Análisis:	06 de Mayo de 2015	Motivo de Análisis:	Estudio
		Sitio de toma:	Planta Piloto

RESULTADO VALIDO PARA LA MUESTRA EXAMINADA

PARAMETRO	METODO	TECNICA	UNIDADES	VALOR OBTENIDO *	VALOR DE REFERENCIA
Coliformes Totales	NMP	TUBOS MULTIPLES	No Bacterias / ml	<3	-
Coliformes Fecales	NMP	TUBOS MULTIPLES	No Bacterias / ml	<3	-
Mesofilos	RECuento EN PLACA	SIEMBRA EN PROFUNDIDAD	UFC	130,000	-
Recuento de Hongos y Levaduras	RECuento EN PLACA	SIEMBRA EN PROFUNDIDAD	UFC	231	-

Observaciones:
 * el informe de resultados puede ser utilizado para fines académicos, ya que la licencia de funcionamiento del laboratorio se encuentra en trámite.


NANCY CALINDEZ SANTANDER
 Profesional de Laboratorio
 Registro No 125

Anexo 13. Resultado del análisis microbiológico de la bebida láctea, al día 21 del periodo de almacenamiento

 Universidad de Nariño	SECCION DE LABORATORIOS INFORME DE RESULTADOS MICROBIOLOGIA	Código: LBE-PRS-FR-113 Página: 1 de 1 Versión: 3 Vigente a partir de: 2013/05/15																																				
LABORATORIO DE MICROBIOLOGIA																																						
<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 33%;">Fecha toma muestra:</td> <td style="width: 33%;">20 de Mayo de 2015</td> <td style="width: 33%;">Reporte No</td> <td style="width: 33%;">LMR011-15</td> </tr> <tr> <td>Hora toma muestra:</td> <td>9:00 a.m.</td> <td>Código de la muestra:</td> <td>LMA15-049</td> </tr> <tr> <td>Fecha de Recepción:</td> <td>20 de Mayo de 2015</td> <td>Establecimiento:</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>Hora de Recepción:</td> <td>9:30 a.m.</td> <td>Usuario:</td> <td>Javier Ceballos</td> </tr> <tr> <td>Fecha de Reporte:</td> <td>28 de Mayo de 2015</td> <td>Nit/C.C:</td> <td>1085244498</td> </tr> <tr> <td>Producto:</td> <td>Bebida Lactea</td> <td>Dirección y Tel:</td> <td>3166091357</td> </tr> <tr> <td>Muestra tomada por:</td> <td>Javier Ceballos</td> <td>Municipio - Depto:</td> <td>Pasto - Nariño</td> </tr> <tr> <td>Fecha de Análisis:</td> <td>20 de Mayo de 2015</td> <td>Motivo de Análisis:</td> <td>Estudio</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>Sitio de toma:</td> <td>Planta Piloto</td> </tr> </table>			Fecha toma muestra:	20 de Mayo de 2015	Reporte No	LMR011-15	Hora toma muestra:	9:00 a.m.	Código de la muestra:	LMA15-049	Fecha de Recepción:	20 de Mayo de 2015	Establecimiento:	-	Hora de Recepción:	9:30 a.m.	Usuario:	Javier Ceballos	Fecha de Reporte:	28 de Mayo de 2015	Nit/C.C:	1085244498	Producto:	Bebida Lactea	Dirección y Tel:	3166091357	Muestra tomada por:	Javier Ceballos	Municipio - Depto:	Pasto - Nariño	Fecha de Análisis:	20 de Mayo de 2015	Motivo de Análisis:	Estudio			Sitio de toma:	Planta Piloto
Fecha toma muestra:	20 de Mayo de 2015	Reporte No	LMR011-15																																			
Hora toma muestra:	9:00 a.m.	Código de la muestra:	LMA15-049																																			
Fecha de Recepción:	20 de Mayo de 2015	Establecimiento:	-																																			
Hora de Recepción:	9:30 a.m.	Usuario:	Javier Ceballos																																			
Fecha de Reporte:	28 de Mayo de 2015	Nit/C.C:	1085244498																																			
Producto:	Bebida Lactea	Dirección y Tel:	3166091357																																			
Muestra tomada por:	Javier Ceballos	Municipio - Depto:	Pasto - Nariño																																			
Fecha de Análisis:	20 de Mayo de 2015	Motivo de Análisis:	Estudio																																			
		Sitio de toma:	Planta Piloto																																			
RESULTADO VALIDO PARA LA MUESTRA EXAMINADA																																						
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 25%;">PARAMETRO</th> <th style="width: 15%;">METODO</th> <th style="width: 20%;">TECNICA</th> <th style="width: 10%;">UNIDADES</th> <th style="width: 10%;">VALOR OBTENIDO</th> <th style="width: 10%;">VALOR DE REFERENCIA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Coliformes Totales</td> <td>NMP</td> <td>TUBOS MULTIPLES</td> <td>No Bacterias / ml</td> <td><3</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>Coliformes Fecales</td> <td>NMP</td> <td>TUBOS MULTIPLES</td> <td>No Bacterias / ml</td> <td><3</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>Mesofilos</td> <td>RECUENTO EN PLACA</td> <td>SIEMBRA EN PROFUNDIDAD</td> <td>UFC</td> <td>360,000</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>Recuento de Hongos y Levaduras</td> <td>RECUENTO EN PLACA</td> <td>SIEMBRA EN PROFUNDIDAD</td> <td>UFC</td> <td>336</td> <td>-</td> </tr> </tbody> </table>			PARAMETRO	METODO	TECNICA	UNIDADES	VALOR OBTENIDO	VALOR DE REFERENCIA	Coliformes Totales	NMP	TUBOS MULTIPLES	No Bacterias / ml	<3	-	Coliformes Fecales	NMP	TUBOS MULTIPLES	No Bacterias / ml	<3	-	Mesofilos	RECUENTO EN PLACA	SIEMBRA EN PROFUNDIDAD	UFC	360,000	-	Recuento de Hongos y Levaduras	RECUENTO EN PLACA	SIEMBRA EN PROFUNDIDAD	UFC	336	-						
PARAMETRO	METODO	TECNICA	UNIDADES	VALOR OBTENIDO	VALOR DE REFERENCIA																																	
Coliformes Totales	NMP	TUBOS MULTIPLES	No Bacterias / ml	<3	-																																	
Coliformes Fecales	NMP	TUBOS MULTIPLES	No Bacterias / ml	<3	-																																	
Mesofilos	RECUENTO EN PLACA	SIEMBRA EN PROFUNDIDAD	UFC	360,000	-																																	
Recuento de Hongos y Levaduras	RECUENTO EN PLACA	SIEMBRA EN PROFUNDIDAD	UFC	336	-																																	
Observaciones: * el informe de resultados puede ser utilizado para fines académicos, ya que la licencia de funcionamiento del laboratorio se encuentra en trámite.																																						
 LABORATORIO Microbiología NANCY GALINDEZ SANTANDER Profesional de Laboratorio Registro No 125																																						

Anexo 14. Resultado del análisis composicional de la bebida láctea

 Universidad de Nariño	SECCIÓN DE LABORATORIOS	Código: LBE-PRS-FR-76
	REPORTE DE RESULTADOS	Página: 1 de 1
		Versión: 2
		Vigente a partir de: 2014-01-15

LABORATORIO		BROMATOLOGÍA - ABONOS ORGÁNICOS				
DATOS USUARIO		DATOS MUESTRA		REPORTE No. LB-R- 037-15		
Solicitante:	Camilo Andrés Mármol C., Javier Ceballos	Muestra	Bebida láctea. 25% de suero y 0,1% de carrageninas		Código muestra	167
Dirección:	Cra 4 No. 12 A - 19. B/ El Pilar, Pasto	Procedencia	Planta Piloto Ingeniería Agroindustrial			
cc / nit:	1.085.264.030	Responsable del Muestreo ^a	Javier Ceballos			
Teléfono:	312 739 2237	Fecha de Muestreo ^a	AA	15	MM	05 DD 19
e-mail	miolo0243@gmail.com, jceballos85@gmail.com	Fecha Recepción Muestra en Laboratorio	AA	15	MM	05 DD 19
		Fecha de Emisión del Reporte	AA	15	MM	06 DD 19
FECHA DE EJECUCIÓN DEL ENSAYO		2015-05-22 a 15-06-04				
ANÁLISIS SOLICITADO		Sólidos totales, Grasa, Proteína, Calcio, Fibra cruda				
PARÁMETRO	MÉTODO	TÉCNICA	UNIDAD DE MEDIDA	Bebida láctea		
Humedad	NTC 4979	Gravimétrica	g/100g	81,6		
Sólidos Totales	NTC 4979	Gravimétrica	g/100g	18,4		
Grasa	NTC 4722	Gravimétrica	g/100g	1,50		
Proteína	Kjeldahl (N*6,38)	Titulométrica	g/100g	2,44		
Calcio	Oxidación húmeda, EAA	Espectrofotometría A.A.	mg/100g	178		
Fibra cruda	Digestión ácida-básica. Crisol Gooch	Gravimétrica	g/100g	0,14		
OBSERVACIONES						
<i>Nota a</i>		Información suministrada por el usuario				
RESULTADOS VÁLIDOS ÚNICAMENTE PARA LA MUESTRA ANALIZADA						
UNA VEZ ENTREGADO ESTE INFORME DE RESULTADOS, EL LABORATORIO DEJA DE TENER CONTROL SOBRE SU REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL.						

Original firmado

Gloria Sandra Espinosa Narváez
 Téc. Laboratorio Bromatología - Abonos Orgánicos
 Elaboración del Reporte

Aprobación del Reporte

Revisó: GSE 2015-06-19

FIN REPORTE DE RESULTADOS