

**EVALUACIÓN DEL EFECTO DE TRES NIVELES DE CARRAGENINA KAPPA II
SOBRE LA CALIDAD DE UNA BEBIDA LÁCTEA FERMENTADA**

**FUERTES FORERO OSCAR ALEJANDRO
PAREDES CUASTUMAL YULI ANDREA**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL
PROGRAMA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL
SAN JUAN DE PASTO
2014**

**EVALUACIÓN DEL EFECTO DE TRES NIVELES DE CARRAGENINA KAPPA II
SOBRE LA CALIDAD DE UNA BEBIDA LÁCTEA FERMENTADA**

**Tesis de Grado como Requisito Parcial para Optar al Título de
Ingeniero Agroindustrial**

**FUERTES FORERO OSCAR ALEJANDRO
PAREDES CUASTUMAL YULI ANDREA**

**Director:
HENRY JURADO GÁMEZ
Zoot. Esp.M.ScPh.D**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL
PROGRAMA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL
SAN JUAN DE PASTO.
2014**

NOTA DE RESPONSABILIDAD

Las ideas y conclusiones aportadas en el siguiente trabajo son responsabilidad exclusiva del autor.

Artículo 1^{ro} del Acuerdo No. 324 de octubre 11 de 1966 emanado del Honorable Consejo Directivo de la Universidad de Nariño.

Nota de Aceptación

Firma del Director
HENRY JURADO GÁMEZ

Firma del Jurado
DIEGO MEJIA ESPAÑA

Firma del Jurado
RIGOBERTO ROSERO BENAVIDES

San Juan de Pasto, Octubre de 2014

AGRADECIMIENTOS

- Zoot. Esp.M.Sc.Ph.D Henry Jurado por su valiosa asesoría y colaboración en todos los procesos desarrollados durante la investigación.
- PhD. Oswaldo Osorio Mora por permitirnos trabajar en el laboratorio de Investigación de calidad y conservación de alimentos.
- M.Sc. Diego Mejía y Esp. Rigoberto Rosero por sus sugerencias para el desarrollo del trabajo.
- Ing. Renato Pantoja e Ing. por facilitarnos las instalaciones de la planta piloto de la Facultad de Ingeniería Agroindustrial para el desarrollo de la investigación.

DEDICATORIA

Dedico mi triunfo a Dios por haberme dado la vida, por ser mi guía, darme sabiduría y por bendecirme con tan maravillosa familia, que ha sido mi mayor motivación.

A mi papá quien en 12 añitos junto a mí, me brindó todo su amor, se preocupó por mi futuro, por sus consejos que fueron el motor para luchar por todas mis metas. Papito, sé que desde el cielo sigues guiándome y que estas orgulloso al ver que hoy se cumple uno más de nuestros sueños.

A mi mamá, una mujer luchadora que pese a las circunstancias nunca desfalleció en su propósito de darme educación. Gracias madre por tu valentía, esfuerzo y sacrificio para sacarme adelante, por tu apoyo incondicional en esta trayectoria. Sin duda has sido mi mayor ejemplo, a ti te debo todos mis logros.

A mi abuelita Florinda y a mis hermanitas por su comprensión y porque cada día llenan mi vida de alegría con sus sonrisas.

A mis tíos en especial a Blanca, Jesús, Luis, Carmen, Flor, Ángel Juan y Javier por confiar en mí, por brindarme su cariño y motivarme para lograr mis sueños. Gracias tíos por sus enseñanzas.

A mis primos y amigos por brindarme un poco de su tiempo, por hacer más agradable mi vida al saber que cuento con su apoyo. Gracias por sus palabras de ánimo y por sus bromas para hacerme sonreír.

Gracias, a cada uno de los profesionales quienes estuvieron en cada etapa de mi educación, por el apoyo y orientación que me brindaron día a día y a las personas que me acogieron en su hogar y que contribuyeron en mi bienestar.

YULI ANDREA PAREDES CUASTUMAL

RESUMEN

El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de tres niveles de carragenina Kappa II sobre la calidad de una bebida láctea fermentada y determinar sus características físico-químicas, sensoriales y nutricionales. Para los experimentos se elaboraron nueve tipos de bebida con la adición de 0.01%, 0.05%, 0.10%, de carragenina y 20%, 30%, 40% de suero, además se utilizó un testigo sin carragenina y con 30% de suero para acidez y pH y un producto comercial para viscosidad y sinéresis.

El seguimiento de vida útil se realizó durante 21 días determinando cada 7 días pH, acidez, sinéresis y viscosidad. Para el análisis de datos se aplicó un Diseño por bloques Completamente al azar, el análisis estadístico se lo realizó mediante el análisis de varianza y la prueba de Tukey. Los tratamientos que presentaron las mejores propiedades fisicoquímicas durante el almacenamiento fueron los que contenían 0,05% de carragenina y 20% de suero; 0,1% de carragenina y 20% de suero; 0,1% de carragenina y 30% de suero. A estos se les realizó un análisis sensorial con catadores no entrenados para establecer cual presentaba mejor aceptación por parte de los consumidores. La bebida que presentó las mejores propiedades organolépticas fue la que contenía 0,1% de carragenina y 20% de suero con una aceptación de me gusta; esta fue sometida a una prueba de preferencia con respecto a una muestra comercial obteniendo que a un nivel de significancia del 5% no hubo diferencias significativas, sin embargo a un nivel de significancia del 1% hubo diferencias significativas obteniendo resultados favorables para la bebida desarrollada en esta investigación.

Los resultados de los análisis microbiológicos permitieron demostrar que la bebida cumple la normatividad para bebidas lácteas y por lo tanto tiene un tiempo de vida útil de 21 días. Nutricionalmente la bebida aporta cantidades significativas de sólidos totales, materia grasa y proteínas.

Palabras clave: bebida láctea fermentada, carragenina, suero, vida útil.

ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate the effect of three levels of Kappa II carrageenan on the quality of a fermented milk drink and determine their physico-chemical, sensory and nutritional characteristics. For experiments nine kinds of drink with the addition of 0.01 % , 0.05 % , 0.10 % carrageenan and 20 % , 30%, 40 % serum were prepared in addition a control was used without carrageenan and 30 % serum for acidity and pH and for a commercial product viscosity and syneresis.

Tracking life was made for 21 days every 7 days by determining pH , acidity, syneresis and viscosity. For analysis of data, a block design was used for randomization, the statistical analysis was performed by analysis of variance and Tukey test . Treatments that showed the best physico-chemical properties during storage were those that contained 0.05% of carrageenan and 20 % serum ; Carrageenan 0.1% and 20 % serum ; Carrageenan 0.1% and 30 % serum. These were evaluated by a sensory analysis with non-trained panelists to establish which showed better acceptance by consumers. The drink the best organoleptic properties was containing 0.1 % carrageenan and 20 % serum with an acceptance I like ; This was subjected to a test of preference regarding a commercial sample obtained that a significance level of 5% with no significant differences , however at a significance level of 1% significant difference favorable results for drink developed in this research.

The results of the microbiological analyzes showed that it complies with regulations for drinking milk drinks and hence has a shelf life of 21 days. Drink contributes nutritionally significant amounts of total solids , fat and proteins.

Keywords : fermented milk drink , carrageenan , whey, life .

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	18
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	19
2. JUSTIFICACIÓN.....	21
3. MARCO TEÓRICO	22
3.1 LECHE.....	22
3.2 SUERO	23
3.3 CARRAGENINAS	24
3.3.1 TIPOS DE CARRAGENINAS.....	25
3.3.3.1 KAPPA I.....	25
3.3.3.2 KAPPA II.....	25
3.3.3.3 IOTA.....	26
3.3.3.4 LAMBDA.....	26
3.3.4 PROPIEDADES	26
3.3.4.1 SOLUBILIDAD.....	26
3.3.4.2 GELIFICACIÓN.....	27
3.3.4.3 VISCOSIDAD.....	27
3.3.4.4 ESTABILIDAD.....	27
3.3.4.5 REACTIVIDAD CON PROTEÍNAS.....	28
3.5 LECHE FERMENTADA	29
3.5.1 REQUISITOS ESPECÍFICOS.....	29
3.5.2 PROPIEDADES FÍSICOQUÍMICAS DE BEBIDAS LÁCTEAS FERMENTADAS.....	31
3.5.2.1 ACIDEZ.....	31
3.5.2.2 SINÉRESIS.....	31
3.5.2.3 VISCOSIDAD.....	31

3.6 ANTECEDENTES.....	32
4. OBJETIVOS.....	34
4.1 OBJETIVO GENERAL	34
4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	34
5. METODOLOGÍA	35
5.1 DESCRIPCIÓN DE METODOLOGÍA DESARROLLADA	35
5.1.1 PRUEBAS DE PLATAFORMA DE LA LECHE	35
5.1.1.1 ACIDEZ.....	35
5.1.1.2 DENSIDAD.	36
5.1.1.3 NEUTRALIZANTES ALCALINOS.....	37
5.1.1.4 FORMOL O SOLUCIÓN DE FORMALDEHIDO (PRUEBA DE HEHNER).37	
5.1.1.5 AGUA OXIGENADA O SOLUCIÓN DE PERÓXIDO DE HIDRÓGENO (MÉTODO DE ARNOLD Y MENTZER).	37
5.1.1.6 MÉTODO DE YODURO DE POTASIO.....	37
5.1.1.7 HARINAS Y ALMIDONES (PRUEBA DEL LUGOL).	38
5.1.1.8 HIPOCLORITOS Y DIÓXIDO DE CLORO (BACOXIN) PRUEBA DE SELECCIÓN	38
5.1.1.9 SUERO. SE TOMARON 20 ML DE LECHE CRUDA Y SE INCUBARON A 37°C POR 30 MINUTOS.....	38
5.1.2 DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD SANITARIA DE LA LECHE	38
5.1.2.1 RECUENTO DE CÉLULAS SOMÁTICAS (RCS).....	38
5.1.2.2 PROTOCOLO PARA LA DETERMINACIÓN DE ANTIBIÓTICOS.....	39
5.1.3 DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD MICROBIOLÓGICA DE LA LECHE ...	40
5.1.3.1 RECUENTO DE MESÓFILOS AEROBIOS.	40
5.1.3.2 IDENTIFICACIÓN DE <i>LISTERIA</i>	41
5.1.4 CARACTERIZACIÓN DEL SUERO.....	43
5.1.5 ELABORACIÓN DE LA BEBIDA LÁCTEA A PARTIR DE LACTOSUERO CON INCLUSIÓN DE CARRAGENINAS.....	43
5.1.6 DETERMINACIÓN DE LA VIDA ÚTIL.	48
5.1.7 ANÁLISIS SENSORIAL	51

5.1.8 ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO BEBIDA LÁCTEA FERMENTADA.	53
5.1.9 ANÁLISIS NUTRICIONAL BEBIDA LÁCTEA FERMENTADA	53
6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	54
6.1 CALIDAD FÍSICO-QUÍMICA, MICROBIOLÓGICA Y SANITARIA DE LA LECHE	54
6.2 CARACTERIZACIÓN DEL SUERO	55
6.3 DETERMINACIÓN DEL TIEMPO DEL TIEMPO DE FERMENTACIÓN DE LA BEBIDA LÁCTEA.....	56
6.4 DETERMINACIÓN DE LA VIDA ÚTIL	57
6.4.1 ACIDEZ.....	57
6.4.2 PH.....	60
6.4.3 SINÉRESIS.....	63
6.4.4 VISCOSIDAD	67
6.5 ANÁLISIS SENSORIAL	70
6.5.1 PRUEBA SENSORIAL AFECTIVA.	70
6.5.2 PRUEBA SENSORIAL DE PREFERENCIA CON RESPECTO A UNA MARCA COMERCIAL.....	75
6.6 CARACTERIZACIÓN DE LA BEBIDA LÁCTEA FERMENTADA.....	76
6.7 CARACTERÍSTICAS NUTRICIONALES DE LA BEBIDA	76
CONCLUSIONES	78
RECOMENDACIONES.....	79
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	80
ANEXOS.....	87

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Composición de la leche	22
Tabla 2. Composición del lactosuero ácido y dulce	23
Tabla 3. Propiedades de las carrageninas.....	28
Tabla 4. Requisitos fisicoquímicos de las leches fermentadas	30
Tabla 5. Requisitos microbiológicos para las leches fermentadas.....	31
Tabla 6. Métodos y técnicas análisis microbiológico de la leche	41
Tabla 7. Caracterización del suero	43
Tabla 8. Matriz experimental.....	50
Tabla 9. Métodos y técnicas empleados para el análisis microbiológico	53
Tabla 10. Métodos y técnicas empleados para el análisis nutricional.....	53
Tabla 11. Características físico-químicas, microbiológicas y sanitarias de la leche	54
Tabla 12. Características del suero.....	55
Tabla 13. Análisis de varianza para acidez día 1.....	58
Tabla 14. Contraste de rango múltiple Tukey para Acidez día 1.....	58
Tabla 15. Análisis de varianza para acidez día 21	59
Tabla 16. Contraste de rango múltiple Tukey para Acidez día 21.....	59
Tabla 17. Análisis de varianza para pH día 1	61
Tabla 18. Análisis de varianza para pH día 21.....	61
Tabla 19. Contraste de rango múltiple Tukey para pH día 1.....	62
Tabla 20. Contraste de rango múltiple Tukey para pH día 21.....	62
Tabla 21. Análisis de varianza para sinéresis día 1	65
Tabla 22. Contraste de rango múltiple Tukey para sinéresis día 1	65
Tabla 23. Análisis de varianza para sinéresis día 21	65
Tabla 24. Contraste de rango múltiple Tukey para sinéresis día 21	66

Tabla 25. Análisis de varianza para viscosidad día 1	68
Tabla 26. Análisis de varianza para viscosidad día 21	68
Tabla 27. Contraste de rango múltiple Tukey para viscosidad día 1.....	69
Tabla 28. Contraste de rango múltiple Tukey para viscosidad día 21.....	69
Tabla 29. Análisis de varianza para olor.	71
Tabla 30. Análisis de varianza para sabor	72
Tabla 31. Análisis de varianza para viscosidad	73
Tabla 32. Prueba de múltiples rangos para viscosidad 95 % TUKEY HSD	73
Tabla 33. Análisis de varianza para apariencia global	74
Tabla 34. Características microbiológicas de la bebida	76
Tabla 35. Valores nutricionales de la bebida	77

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Estructura química de las carrageninas.....	25
Figura 2. Determinación de acidez titulable	36
Figura 3. Análisis ultrasónico Ekomilk.....	37
Figura 4. Recuento de células somáticas (RCS)	39
Figura 5. Determinación de Antibióticos	40
Figura 6. Preparación del medio <i>Listeria</i>	41
Figura 7. Enriquecimiento de la muestra para identificación de <i>Listeria</i>	42
Figura 8. Obtención del suero.....	44
Figura 9. Elaboración bebida láctea fermentada.....	47
Figura 10. Determinación de pH	48
Figura 11. Determinación de sinéresis.....	49
Figura 12. Determinación de viscosidad	49
Figura 13. Análisis sensorial. Prueba afectiva.	51
Figura 14. Análisis sensorial. Prueba de preferencia.	52
Figura 15. Presencia de Sinéresis en bebidas lácteas	67

LISTA DE GRAFICOS

Pág.

Grafico 1. Comportamiento de acidez y pH en el tiempo de incubación de la bebida láctea fermentada.	56
Grafico 2. Comportamiento de la acidez de la bebida láctea fermentada durante el almacenamiento.....	57
Grafico 3. Diagrama de barras e intervalos al 95% de TUKEY HSD para Acidez día 21.....	60
Grafico 4. Comportamiento del pH de la bebida láctea fermentada durante el almacenamiento.....	60
Grafico 5. Diagrama de barras e intervalos al 95% de TUKEY HSD para pH día 21	63
Grafico 6. Comportamiento de la sinéresis de la bebida láctea fermentada durante el almacenamiento	63
Grafico 7. Diagrama de barras e intervalos al 95% de TUKEY HSD para sinéresis día 21.....	66
Grafico 8. Comportamiento de la viscosidad de la bebida láctea fermentada durante el almacenamiento.....	67
Grafico 9. Diagrama de barras e intervalos al 95% de TUKEY HSD para viscosidad día 21.....	70
Grafico 10. Diagrama de medias e intervalos al 95% de TUKEY HSD para la variable olor	71
Grafico 11. Diagrama de medias e intervalos al 95% de TUKEY HSD para la variable sabor	72
Grafico 12. Diagrama de medias e intervalos al 95% de TUKEY HSD para la variable viscosidad.....	73
Grafico 13. Diagrama de medias e intervalos al 95% de TUKEY HSD para la variable apariencia global	74
Grafico 14. Valoración global –medias de los atributos sensoriales.	75

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo A. Formato evaluación sensorial. Prueba Afectiva.	88
Anexo B. Formato evaluación sensorial. Prueba de preferencia	90
Anexo C. Tabla de significancia para prueba de dos muestras, Anzaldúa –Morales, (1994)	91

INTRODUCCIÓN

La cadena de la leche comprende la producción de leche cruda, el proceso de pasteurización y la producción de leches ácidas y quesos (Yoshioka, *et al.*, 2003). La ganadería de leche en Colombia se desarrolla en 22 departamentos ubicados en las costas Atlántica y Pacífica y las regiones Occidental y Central del país. Se destacan algunas cuencas lecheras en el Altiplano Norte de Antioquia, el Cordón de Ubaté, la Sabana de Bogotá y el departamento de Nariño.

El suero es un subproducto resultante de la elaboración de quesos aproximadamente el 90 % del total de la leche utilizada en la industria quesera es eliminada como lacto suero el cual retiene cerca de 55 % del total de ingredientes de la leche (Mena, 2002) lo que hace que sea considerado un producto de alto valor nutritivo, específicamente por sus proteínas séricas, que son de muy buena calidad debido a que aportan aminoácidos esenciales que poseen un alto coeficiente de absorción (Arteaga *et al.* 2009). Además, contiene lactosa y un perfil de minerales donde se destaca la presencia de potasio (K), lo que favorece la eliminación de líquidos y toxinas del organismo, dispone también de calcio (Ca), fósforo (P) y magnesio (Mg), y oligoelementos como zinc (Zn), hierro (Fe) y cobre (Cu), formando sales de gran biodisponibilidad para el organismo (Arteaga, *et al.*, 2009).

De acuerdo con Alarcón (2003), actualmente el suero es un subproducto que puede ser utilizado en la fabricación de bebidas lácteas, sin embargo en este tipo de productos se presenta una elevada precipitación de la proteína lo que hace que sea necesario la utilización de la cantidad adecuada de un buen estabilizante como lo es la carragenina, ya que esta tiene la capacidad para incrementar la viscosidad, mejorar el gel y disminuir la sinéresis en los productos lácteos.

El siguiente proyecto plantea la evaluación del efecto de tres niveles de carragenina Kappa sobre la calidad de una bebida láctea fermentada, todo esto con el fin de presentar una alternativa productiva viable para el aprovechamiento de lacto suero, el desarrollo agroindustrial de la cadena productiva del sector lácteo, el fortalecimiento de la comercialización del mismo y el mejoramiento de la competitividad de las empresas productoras de quesos del departamento.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Hoy en día se generan altos volúmenes del lactosuero: de un kilogramo de leche pueden obtenerse en promedio de 0,1 a 0,2 Kilogramos de queso; es decir que solo de un 10 a 20% de la leche llega a convertirse en queso y el 80 a 90% restante corresponde a suero (Alpina 2009). La OECD-FAO estima un incremento en el orden del 2% en la producción mundial de quesos en el 2011 y para 2018 se esperará incrementos del 15% (El PORTAL LECHERO). En Colombia Se estima que entre un 5% y un 8% de la producción lechera se destina para la fabricación de quesos (CONPES 3676).

En Nariño la producción de leche, aporta aproximadamente el 27% del PIB del sector agropecuario, vinculando la actividad a 39.862 productores, lo que implica la unión de 159.448 personas de forma directa en la producción de leche. Simultáneamente, se registra un total de 115 empresas asociativas e individuales, generando 8.100 empleos directos adicionales. Las regiones productoras de leche en orden de importancia son: Ex provincia de Obando con el 49% de la producción departamental, la Sabana con el 25% y Centro con 13%. (GOBERNACIÓN DE NARIÑO, 2009).

Según la cadena láctea en el departamento de Nariño se producen alrededor de 700 mil litros de leche diarios, de los cuales el 85% están destinados a procesos de transformación en unidades artesanales de producción de queso que no cuentan con las condiciones adecuadas para la garantía de inocuidad. La fabricación de queso inevitablemente da lugar a la producción de una gran cantidad de suero, (aprox.80-90%) que en la actualidad las plantas lecheras lo están vendiendo en grandes volúmenes a bajos precios para la alimentación animal o es descartado como efluente el cual crea un serio problema ambiental, debido a que afecta física y químicamente la estructura del suelo, disminuyendo el rendimiento de cultivos agrícolas y cuando se desecha en el agua, reduce la vida acuática al agotar el oxígeno disuelto (Aider, *et al.*, 2009; Fernández, *et al.*, 2009).

Una de las alternativas de solución a la problemática anterior es la utilización del lactosuero para la fabricación de alimentos destinados a la alimentación humana, con el fin de no desaprovechar sus propiedades nutricionales, evitar la contaminación ambiental, mejorar los ingresos de las empresas dedicadas a la elaboración de quesos e incrementar la competitividad del sector lácteo en el departamento.

En este sentido se plantea la elaboración de una bebida láctea fermentada como una alternativa productiva viable para el aprovechamiento del lacto suero y la evaluación del efecto de los niveles de carragenina sobre la calidad de la bebida con el fin de conseguir un producto de calidad y con mayor vida útil.

FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.

¿Cómo afectan los niveles de carragenina en la calidad de una bebida láctea?

Hipótesis

H0: El porcentaje de Carragenina no influirá significativamente en la calidad de la bebida con Lactosuero.

H1: El porcentaje de Carragenina si influirá significativamente en la calidad de la bebida con Lactosuero.

2. JUSTIFICACIÓN

El lactosuero es el principal subproducto del proceso de fabricación del queso cuya utilización no ha sido considerada con atención. A pesar de su importante valor nutritivo por su contenido de lactosa, proteínas, minerales, vitaminas y grasas, grandes cantidades de este subproducto no se aprovechan adecuadamente, y muchas veces se vierten en los ríos aledaños a los centros productores, como parte de los efluentes industriales convirtiéndose en un foco de contaminación ya que provocan un incremento de la demanda biológica de oxígeno (DBO) y la demanda química de oxígeno (DQO) (Walzem, *et al.*, 2002).

Teniendo en cuenta su gran valor nutritivo, los altos volúmenes producidos, su bajo costo de obtención y su escaso uso industrial a nivel regional, se busca su aprovechamiento en la elaboración de una bebida láctea fermentada utilizando diferentes proporciones de suero en la formulación.

Además teniendo en cuenta que en estos productos es muy común la tendencia a la sinéresis ocasionada por la precipitación de la proteína se probó el efecto de la inclusión de carragenina como estabilizante en la estabilidad. Se ha optado por su uso ya que es de origen natural y porque a diferencia de otros, la carragenina presenta una gran sinergia con las proteínas de la leche además de impartir agradables propiedades en la mejora de la calidad organoléptica del producto con lo cual contribuye al incremento de su periodo de vida útil.

El desarrollo de esta investigación plantea la obtención de una bebida láctea de alto valor nutricional que satisfaga las necesidades del consumidor, de igual manera que contribuya a mitigar el impacto ambiental, al mejoramiento de los ingresos de las empresas que elaboran queso y al desarrollo agroindustrial de la región mediante la creación de nuevas empresas que le den un valor agregado a este subproducto con potencial comercial. La factibilidad de este trabajo son los bajos costos del lactosuero en el mercado y el uso de carragenina como estabilizante ya que en comparación con otros estabilizantes la cantidad a usarse es menor con lo cual se reduce costos.

3. MARCO TEÓRICO

3.1 LECHE

La legislación colombiana señala a la leche como un producto de la secreción mamaria normal de animales bovinos lecheros sanos, obtenida mediante uno o más ordeños diarios, higiénicos, completos e ininterrumpidos, sin ningún tipo de adición o extracción.

Según la NTC 399 la leche cruda debe presentar un aspecto normal, estar limpia y libre de calostro, preservativos, colorantes, materias extrañas y olores objetables o extraños; obtenida a partir de animales sanos libre de enfermedades tales como fiebre aftosa, brucelosis, tuberculosis, estomatitis vesicular y rabia.

La leche proporciona nutrientes esenciales y es una fuente importante de energía alimentaria, proteínas de alta calidad y grasas. La composición de la leche determina la calidad nutricional de la misma y el uso que se le da en la transformación como materia prima en la elaboración de productos lácteos (Pascual, Calderón 1999). Los promedios de la composición de la leche de vaca se presentan en la Tabla 1

Tabla 1. Composición de la leche

Parámetro	Contenido (%)
Agua	87,7
Lactosa	4,7
Grasa	3,6
Proteínas	3,2
Cenizas	0,8

Fuente: Wastra 2009

3.2 SUERO

El Codex Alimentario (1995) define al suero como el fluido lácteo líquido obtenido durante la elaboración del queso, la caseína o productos similares, mediante la separación de la cuajada después de la coagulación de la leche y/o productos derivados de la leche. Según la FAO, representa, aproximadamente del 85-90% del volumen de la leche y retiene el 55% de sus nutrientes. Según el tipo de coagulación de la caseína empleada en la fabricación quesera, se genera lacto suero dulce o lactosuero ácido. De la coagulación enzimática se obtiene el lacto suero dulce, con un pH próximo al de la leche fresca, que por la estabilidad en su composición es el más empleado en la industria, a diferencia del lacto suero ácido, que resulta de una coagulación ácida o láctica (Posada *et al.*, 2008). La diferencia entre el suero ácido y el suero dulce es principalmente la concentración de calcio (Castillo *et al.*, 1996). El lacto suero dulce prácticamente no contiene calcio (0,6 a 0,7%), ya que éste queda retenido en su mayor parte en forma de paracaseinato cálcico en la cuajada, mientras que en el lacto suero ácido (1,8 a 1,9% de Ca) el ácido láctico secuestra el calcio del complejo de paracaseinato cálcico, produciendo lactato cálcico (Mahaut, *et al.* 1988). Además, los sueros ácidos presentan un contenido menor de lactosa y mayor de sales minerales en comparación con sueros dulces (Veisseyre, 1988), como se lo puede observar en la tabla 2.

Tabla 2. Composición del lactosuero ácido y dulce

COMPOSICIÓN	LACTOSUERO DULCE (g/L)	LACTOSUERO ACIDO (g/L)
Sólidos totales	63-70	63 – 70
Lactosa	46 – 52	44 – 46
Proteína	6 – 10	6 – 8
Calcio	0.4 - 0.6	1.2 - 1.6
Fosfatos	1 – 3	2 - 4.5
Lactato	2	6.4
Cloruros	1.1	1.1

Fuente: Panesar, *et al.* 2007

El suero de la industria quesera contiene aproximadamente un 0.6% de proteínas. La β -lactoglobulina (BLG) es la proteína mayoritaria 53% y la α -lactoalbúmina (ALA) ocupa el segundo lugar 13%, también tienen en cantidades menores de inmunoglobulinas, lactoferrina, albúmina, proteasa peptona y glicomacropéptido, este último pasa al suero después de la acción de la renina sobre la k-caseína en el proceso de elaboración (Benítez *et al.*, 2008).

La BLG es la proteína más abundante del lacto suero bovino está ausente en la leche humana, es altamente resistente a la digestión gástrica y es la principal causante de la intolerancia oral y alergia a la leche de vaca, especialmente en niños menores de 3 años (El Zahar *et al.*, 2005; Hoist *et al.*, 1998). La hidrólisis de esta proteína puede potencialmente reducir su alergenicidad y aumentar su digestibilidad por medio de la liberación de aminoácidos y péptidos pequeños que son fácilmente absorbidos en el intestino (Peñas *et al.*, 2006). Las BLG son proteínas muy termolábiles, y por lo tanto inestables a tratamientos térmicos. (Sbodio *et al.*, 2010). Tratamientos industriales como esterilización, calentamiento o presión hidrostática alta mejoran su digestibilidad (Pescumma *et al.*, 2008).

El lacto suero cuenta con una interesante acogida debido a su contenido proteico y su alto nivel de edulcorantes (lactosa) en relación a otros productos lácteos (Martínez y Speckman, 1988). Además tiene una exitosa aceptación debido a sus bajos costos de producción, grado de calidad alimenticia y aceptable sabor, se encuentran las bebidas refrescantes, bebidas fermentadas, y alcohólicas, proteína unicelular, biopelículas, producción de ácidos orgánicos, concentrados de proteínas, derivados de lactosa entre otros (Londoño, 2009).

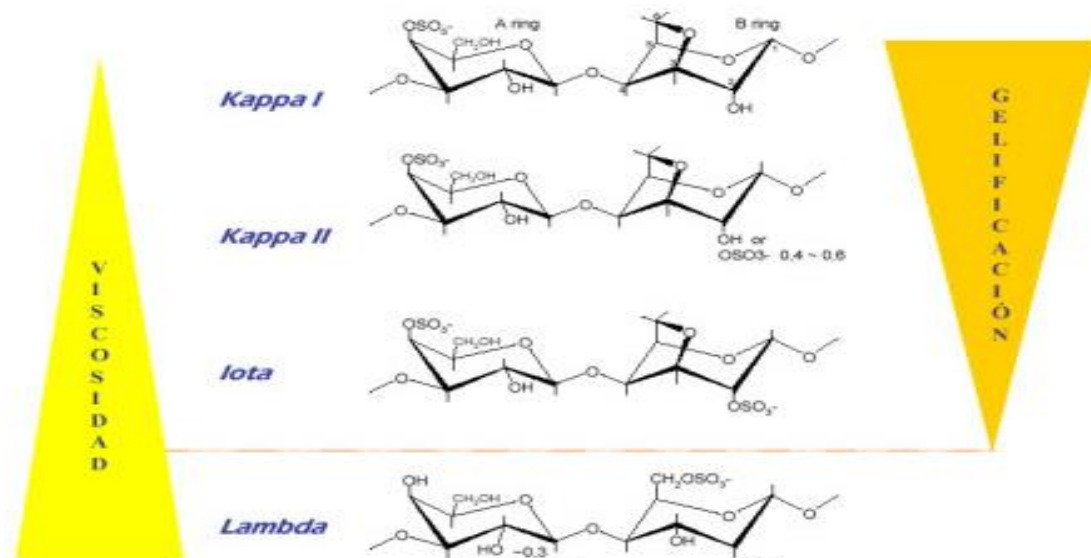
En cuanto a especificaciones de calidad en Colombia según la resolución 02310 del 1986 expedida por el Ministerio de Salud referente a procesamiento, composición, requisitos, transporte y comercialización de los derivados lácteos, establece que el suero debe tener acidez expresada en % de ácido láctico; máximo 0.4%, lactosa 4.5% como mínimo; sólidos totales, mínimo 5.5%, proteínas mínimo 0.7% y cenizas como valores máximos 0.8%

De acuerdo con Goded, (2000) los usos más comunes del lacto suero son como concentrados naturales, azucarados, sueros en polvo, extracción de proteínas, obtención del ácido láctico, panadería, pastelería, manteca de suero, alimentos infantiles, jarabe de lactosa hidrolizada, píldoras farmacéuticas, extracción de penicilina, alcohol butílico, acetona, vinagre de alcohol, acidificante para alimentos, resinas sintéticas, materias curtientes, cerveza y alimento para el ganado.

3.3 CARRAGENINAS

La carragenina es el nombre genérico de los polisacáridos lineales sulfatados de D-galactosa y 3-6-anhidro-D-galactosa, extraídos de numerosas especies de algas marinas rojas de la clase *Rhodophyceae*. Los tres principales tipos de moléculas de importancia industrial son kappa, iota y lambda carragenina (ver Figura 1). Las dos primeras actúan como agentes gelificantes mientras que la última se comporta como un espesante (Roberts y Quemener, 1999).

Figura 1. Estructura química de las carrageninas



Fuente: <http://www.gelymar.com>

3.3.1 Tipos de carrageninas

3.3.3.1 Kappa I. La carragenina kappa I forma geles en agua de alta fuerza de gel a la vez que aporta moderada viscosidad al sistema. Es la de mayor poder de gelificación, posee un contenido de Ester sulfato entre un 24% y un 25 %, y entre un 35% y un 40% de 3,6 anhidro galactosa (AG) que le confiere esta propiedad. Su alta fuerza de gel también permite el uso de bajas dosis para lograr la textura deseada.

Las carrageninas kappa I requieren de alta temperatura para su completa disolución (75°C), el proceso de gelificación no requiere refrigeración y proveen geles a temperatura ambiente (Gelymar, 2013).

3.3.3.2 Kappa II. Se caracteriza por una alta reactividad con proteínas lácteas. Posee un contenido entre un 25% y un 28 % de Ester sulfato y entre un 32% y un 34% de 3,6 AG. Forma geles firmes y elásticos en agua y en leche con moderada sinéresis. Se disuelven a temperaturas cercanas a los 70°C , forman geles termorreversibles y no requieren refrigeración para su gelificación. Aportan mayor viscosidad que las carrageninas kappa I dado su mayor peso molecular (Gelymar, 2013).

3.3.3.3 Iota. Forma geles muy elásticos termo-resistentes en agua y en leche caracterizados por una muy baja sinéresis .Posee un contenido entre un 30% y 32% de Ester sulfato y entre un 28% y un 32% de 3,6 AG.

Tiene comportamiento tixotrópico dando muy buena estabilidad a ciclos de congelado y descongelado que la hacen muy recomendable para productos que son sometidos a tratamiento de congelación y para productos envasados en frío. Se disuelven a temperaturas de 65°C para su completa disolución y la viscosidad aportada es mayor en comparación con la carragenina Kappa II (Gelymar ,2013).

3.3.3.4 Lambda. Es la única fracción de las carrageninas que no requiere temperatura para su solubilización. Es soluble en agua y leche fría, impartiendo alta viscosidad en estos sistemas haciéndola altamente recomendable para preparaciones en polvo instantáneas. Tienen alta capacidad de agente espesante y estabilizante (Gelymar 2013).

3.3.4 Propiedades

3.3.4.1 Solubilidad. Las carrageninas son solubles en agua caliente, generalmente de 40 °C a 70 °C, mientras que en agua fría solo se disuelve la lambda carragenina. Así mismo, las carrageninas son solubles en leche caliente, pero tienden a gelificarse durante su enfriamiento. La kappa y la iota carragenina forman geles térmicamente reversibles bajo calentamiento y enfriamiento de soluciones acuosas. La presencia de torsiones en la cadena, así como el número, tipo y posición de grupos sulfato tienen un gran efecto en las propiedades gelificantes (Agargel, 2003).

3.3.4.2 Gelificación

- **Mecanismo.** Las soluciones calientes de carrageninas kappa e iota forman geles termorreversibles a través de su enfriamiento debido a la formación de una estructura de doble hélice por los polímeros de la carragenina. Durante el enfriamiento de la solución, una red tridimensional de polímeros es formada, en la cual las hélices dobles constituyen los puntos de unión de las cadenas de polímero. El enfriamiento adicional causa la agregación de los puntos de unión para formar la estructura de gel tridimensional. La presencia de asas en la cadena, así como el número, tipo y posición de los grupos de éster sulfato tienen efectos importantes en las propiedades de gelificación. Ese mecanismo de gelificación es básico para las soluciones de carrageninas tipo kappa e iota. Las sales de potasio o calcio son necesarias para la obtención del gel en agua, pero no son necesarias en leche (Agargel, 2003).

- **Textura.** Las carrageninas kappa e iota forman gel en agua solamente en la presencia de ciertos cationes. La carragenina kappa es sensible al ion potasio y produce geles rígidos y quebradizos en soluciones acuosas con sales de potasio. El gel de carragenina kappa presenta sinéresis (extrusión espontánea de agua a través de la superficie del gel en reposo) y cuanto mayor la concentración de potasio en la solución mayor será la sinéresis. La carragenina iota es sensible al ion calcio y produce geles blandos y elásticos en soluciones acuosas con sales de calcio pero no presenta sinéresis. Las temperaturas de gelificación y fusión del sol/gel dependen de la concentración de cationes (Agargel, 2003).

3.3.4.3 Viscosidad. La viscosidad de soluciones de carragenina se debe determinar en condiciones donde no exista ninguna tendencia de gelificación de la solución ya que cuando esta se enfría la viscosidad aumenta gradualmente hasta que se gelifica. La medida de la viscosidad de las soluciones de carragenina debe ser determinada a temperaturas suficientemente altas (75° C) para evitar el efecto de la gelificación. Las carrageninas disponibles comercialmente presentan en general viscosidades que varían de 5 a 800 cP medidas a 75° C en soluciones de 1,5% de carragenina. La viscosidad de soluciones de carragenina depende de la concentración, temperatura, presencia de otros solventes, tipo de carragenina y peso molecular. Mayor peso molecular, mayor concentración o disminución de la temperatura de la solución aumentan la viscosidad considerablemente (Agargel, 2003).

3.3.4.4 Estabilidad. La solución de carragenina es bastante estable en los pH neutros o alcalinos. Pero, los pH bajos afectan su estabilidad, especialmente a altas temperaturas. La disminución del pH causa la hidrólisis del polímero de la

carragenina, lo cual resulta en la disminución de la viscosidad y de la fuerza de gelificación. Sin embargo, una vez formado el gel, aun en los pH bajos (3,5 a 4,0) no hay más ocurrencia de hidrólisis y el gel permanece estable (Agargel, 2003).

3.3.4.5 Reactividad con proteínas. La carragenina a diferencia de otros hidrocoloides tiene la habilidad de interactuar con las proteínas de la leche debido a la fuerte interacción electrostática entre los grupos de éster sulfato negativamente cargado de la molécula de carragenina con la micela de caseína de la leche que posee regiones de fuerte carga positiva. Otra forma de interacción es a través de puentes entre grupos de éster sulfato de la carragenina con residuos carboxílicos de los aminoácidos que componen la proteína. La reactividad con proteínas depende de muchos factores como concentración de carragenina, tipo de proteína, temperatura, pH y punto isoeléctrico de la proteína. Este fenómeno de interacción y reactividad de la carragenina con las proteínas de la leche en combinación con su habilidad de formar gel y retener agua la constituye en un ingrediente eficaz para la estabilización y gelificación de productos lácticos (Agargel, 2003).

Tabla 3. Propiedades de las carrageninas

SOLUBILIDAD	Kappa I	Kappall	Iota	Lambda
Agua fría 20°C	Sales de Na ⁺	Sales de Na ⁺	Sales de Na ⁺ y Ca ⁺⁺	Si
Agua caliente >75°C	Si	Si	Si	Si
Leche fría 20°C	No	No	No	Parcial
Leche caliente >80°C	Si	Si	Si	Si
Jarabe(50%azucar)	No	Parcial	No	Si
TEXTURA				
Dureza del gel	Alta con K ⁺ Y Ca ⁺⁺	Alta con K ⁺ Y Ca ⁺⁺	Media con Ca ⁺⁺	No gelifica
Textura de gel	Duro y quebradizo	Firme y elástico	Muy elástico	No gelifica
Viscosidad	Baja	Media	Media	Alta
Sinéresis	Alta	Baja	Baja	No gelifica
Estabilidad al congelado	No	Parcial	Si	No gelifica
Sinergismo LGB	Alta	Muy alta	Moderada	Moderada
ESTABILIDAD pH				
Geles	12-3,7	12-3,7	12-3,7	No gelifica
Solución caliente 80°C	11-4,5	11-4,5	11-4,5	11-4

Fuente: <http://www.gelymar.com>

3.5 LECHE FERMENTADA

El Codex alimentario (2010) define la leche fermentada como un producto lácteo obtenido por medio de la fermentación de la leche higienizada, o de productos obtenidos de la misma, por medio de la acción de microorganismos adecuados que producen 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 vencimiento y con adición de otros ingredientes y aditivos permitidos o sin ellos. Si el producto es tratado térmicamente luego de la fermentación, no se aplica el requisito de microorganismos viables.

BEBIDA A BASE DE LECHE FERMENTADA.

Según el Codex Alimentario son productos lácteos compuestos, obtenidas mediante la mezcla de Leche Fermentada, con agua potable, con o sin el agregado de otros ingredientes tales como suero, otros ingredientes no lácteos, y aromatizantes. Las bebidas a base de leche fermentada deben contener un mínimo de leche fermentada del 40% (m/m).

Se podrían agregar otros microorganismos al margen de los que constituyen los cultivos de microorganismos inocuos.

Según la NTC 805 son productos lácteos de consistencia fluida obtenidos a partir de la leche fermentada mezclada con otros derivados lácteos e ingredientes higienizados.

3.5.1 Requisitos específicos. La leche fermentada debe cumplir con los requisitos fisicoquímicos indicados en la Tabla 4 y con los requisitos microbiológicos indicados en la Tabla.

Tabla 4. Requisitos fisicoquímicos de las leches fermentadas

Requisitos	Entera		Parcialmente descremada ¹		Descremada	
	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo
Materia grasa, % <i>m/m</i>					-----	
En yogur, kumis, o con probióticos,	2,5	-----	>0,5	<2,5	-----	0,5
En bebidas lácteas a base de leche fermentada ²	-----	-----	-----	-----	-----	-----
Proteína Láctea, % <i>m/m</i>	2,6	-----	2,6	-----	2,6	-----
En yogur, kumis, leche cultivada,						
En bebidas lácteas a base de leche fermentada ³	-----	-----	-----	-----	-----	-----
Acidez titulable expresada como ácido láctico, % <i>m/m</i>	0,60	-----	0,60	-----	0,60	-----
Fosfatasa		Negativa		Negativa		Negativa
NOTA 1 Para la materia grasa de la leche fermentada semidescremada, véase el numeral 7.2.3. NOTA 2 El contenido de materia grasa de las bebidas lácteas a base de leches fermentadas debe ser como mínimo el correspondiente al 60 % de la leche fermentada de la cual se obtiene. NOTA 3 El contenido de proteína láctea de las bebidas lácteas a base de leches fermentadas, debe ser como mínimo el correspondiente al 60 % de la leche fermentada de la cual se obtiene.						

Fuente: NTC 805. Productos lácteos. Leches fermentadas. Icontec.

Tabla 5. Requisitos microbiológicos para las leches fermentadas

Requisitos	N	m	M	C
Recuento de Coliformes, UFC/g (30 °C)	3	10	100	1
Recuento de Coliformes, UFC/g (45 °C)	3	0	----	0
Recuento de mohos y levaduras, UFC/g	3	200	500	1
en donde <i>n</i> : número de muestras por examinar <i>m</i> : índice máximo permisible para identificar nivel de buena calidad <i>M</i> : índice máximo permisible para identificar nivel aceptable de calidad <i>c</i> : número máximo de muestras permisibles con resultados entre m y M				

Fuente: NTC 805. Productos lácteos. Leches Fermentadas. Icontec.

3.5.2 Propiedades fisicoquímicas de bebidas lácteas fermentadas.

3.5.2.1 Acidez. El aumento de la acidez en productos lácteos fermentados es causado por la producción de ácido láctico por parte de las bacterias ácido lácticas, lo cual viene acompañado de un consecuente descenso del pH. La acidez en productos lácteos es expresada como porcentaje de ácido láctico (Fennema, 1996). La acidez favorece la hidratación de las proteínas, por lo tanto una acidez insuficiente $\text{pH} > 4,6$ influye desfavorablemente en la consistencia. Un pH de 4,6 o inferior contribuye a la hidratación de las proteínas y por lo tanto a la consistencia. Pero una acidez demasiado elevada, $\text{pH} < 4$ favorece la concentración del coagulo lo que se traduce en un aumento de sinéresis (Romero y Mestres, 2004).

La acidez en un producto lácteo fermentado como el yogurt depende fundamentalmente del tiempo de fermentación, la cantidad de bacterias que añadimos al preparado y la temperatura de fermentación.

3.5.2.2 Sinéresis. La sinéresis se define como la liberación espontánea de agua del gel causada por contracción. Las causas más importantes para la sinéresis en los productos fermentados incluyen el uso de altas temperaturas de incubación, bajo contenido de sólidos o temperaturas inadecuadas de almacenamiento (Boeneke y Aryana, 2008)

3.5.2.3 Viscosidad. La viscosidad es una característica de los fluidos en movimiento, que muestra una tendencia de oposición hacia su flujo ante la aplicación de una fuerza. Cuanta más resistencia oponen los líquidos a fluir, más viscosidad poseen (Peiris y Tennakone, 1997).

3.6 ANTECEDENTES

Alarcón (2003), realizó un estudio para evaluar del uso de carrageninas en bebidas lácteas fermentadas a diferentes pHs y porcentajes de materia grasa. En este estudio se realizaron disoluciones a concentraciones de 0,5% y 0,2 % de carragenina lambda, iota , kappa y kappa -iota-lambda en leche en polvo reconstituida a diferentes porcentajes de materia grasa (3,2%, 1,2% y 0,05%) y a distintos pHs de 6,6, 5,5 y 4,5. Luego con las carrageninas que presentaron mejores resultados se realizó un estudio para evaluar el comportamiento en una bebida láctea obteniendo que la KII carragenina a una concentración del 0,02% y a pH 4,2 es la que mejor propiedades le otorga a la bebida. De este estudio también se concluyó que un mayor contenido de materia grasa permite reducir la dosis del estabilizante ya que para leche entera y semidescremada a un pH de 4,5 y una concentración de 0,5% y 0,2% los sistemas fueron totalmente homogéneos y en una leche descremada a pH 4,5 el sistema formado solo es homogéneo a una concentración de 5%.

Londoño *et al.*, (2010), realizó un estudio para el aprovechamiento del suero como alternativa en la elaboración de una bebida láctea fermentada utilizando suero de queso y cultivos probióticos la cual tuvo excelentes resultados reflejados en el alto valor nutricional que esta presentó.

Naranjo, C (2006), realizó una investigación para la elaboración de una bebida láctea fermentada con suero lácteo con pulpa de manzanilla Emilia (*malus comunis* -L). Para ello utilizaron el 6%, 8% y 10% de suero y gelatina sin sabor como estabilizante.

Endara (2002), realizó una investigación utilizando leche descremada y diferentes concentraciones de suero (25% ,50%, 75% y 100%) para la elaboración de una bebida láctea sabor a mango, donde el mejor tratamiento fue 75% de leche descremada y 25% de suero.

Gonzales (2002), realizó un estudio para determinar la metodología para la elaboración de una bebida láctea utilizando como materia prima suero y carboximetilcelulosa como estabilizante CMC. Se utilizaron concentraciones de 50% y 75% de suero y 100% de leche donde se concluyó que a mayor cantidad de leche la bebida tiene mayor aceptación.

Rodríguez, *et al.*, (2003), investigaron acerca de las aplicaciones de hidrocoloides naturales de origen vegetal concluyendo que los hidrocoloides de origen vegetal más empleados en la industria de alimentos son la carragenina, la pectina y la

goma guar. La carragenina se aplica en diferentes productos lácteos, debido a su interacción con las micelas de caseína; la pectina se emplea en la gelificación de sistemas alimenticios que contienen alta acidez y concentración de azúcar. La goma guar se utiliza como espesante en diferentes alimentos.

Miranda *et al.*, (2007), realizó una investigación para establecer las principales características físicas, químicas, sensoriales y nutricionales; y la estabilidad de una bebida láctea fermentada a partir de suero donde se demuestra que su elaboración es factible ya que esta se distinguió por las características intrínsecas, la estabilidad, y la aceptación tanto por jueces calificados como por los consumidores potenciales.

Pastuña (2012), realizó una comparación de las gomas xantana (0,1 %) y carragenina (0,1 %) en las propiedades reológicas de una bebida con lactosuero. En la elaboración de las muestras se evaluó el efecto de dos factores: porcentaje de lactosuero (0%, 5%, 10%, 15%, 20%, 25%, 30%) y tipos de goma (xantana y carragenina). De este estudio se concluyó que el mejor tratamiento a través de análisis sensorial fue el que se utilizó 5% de suero y carragenina como estabilizante.

Estudios adelantados por la Federación de Ganaderos, FEDEGAN; muestran que los cerdos alimentados con suero, aportan del 20 al 40% de los principios nutritivos contenidos en las necesidades nutricionales del hombre; es así que se plantea la necesidad de formular investigaciones en donde se tengan mecanismos que lleven a que el suero utilizado como alimentación de cerdos provea cada vez más nutrientes básicos al hombre y superen los porcentajes mencionados. Una salida más favorable para el sector industrial está representada en la bebida láctea utilizando proporciones de suero en la formulación inicial; sin embargo, la industria ha encontrado que el producto final tiene tendencia a la sinéresis, corta vida útil y el sabor es menos gustoso que las bebidas fermentadas como el yogurt y el kumis (Quintana, 2011).

4. OBJETIVOS

4.1 OBJETIVO GENERAL

Evaluar el efecto de tres niveles de carragenina Kappa II sobre la calidad de una bebida láctea fermentada.

4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Establecer la calidad composicional, microbiológica y sanitaria de la leche y suero.
- Optimizar los parámetros de la bebida mediante diferentes porcentajes de suero y carragenina Kappa II.
- Determinar la vida útil de la bebida láctea fermentada mediante pruebas fisicoquímicas.
- Evaluar la calidad sensorial, microbiológica y nutricional de la bebida láctea fermentada que presente las mejores propiedades fisicoquímicas durante la vida útil.

5. METODOLOGÍA

5.1 DESCRIPCIÓN DE METODOLOGÍA DESARROLLADA

La investigación se llevó a cabo a nivel experimental en la Planta Piloto de la de la Facultad de Ingeniería Agroindustrial, laboratorio de investigación de PROBIOTEC-FISE y en el laboratorio de Investigación de la calidad y conservación de alimentos de la Universidad de Nariño Sede Torobajo Pasto (Nariño). Altura 2527m.s.n.m

5.1.1 Pruebas de plataforma de la leche

5.1.1.1 Acidez

- **Prueba de alcohol.** Después de homogenizar la leche se tomaron 3 ml de leche con una pipeta volumétrica, se depositaron en una caja Petri, y se le adicionó 3 ml de alcohol al 68% (Corrales et al., 2005).
- **Prueba de ebullición.** Se realizó colocando 5 ml de leche en un tubo de ensayo y calentándolo hasta ebullición (Corrales et al., 2005).
- **Acidez mediante titulación con NaOH.** Se realizó siguiendo el protocolo de la NTC 4978, para ello se tomaron 10 ml de leche a la cual se le adicionó 3 gotas de solución alcohólica de fenolftaleína como indicador y se valoró con una solución de hidróxido de sodio (NaOH) 0.1 N (N/10), hasta la aparición de una coloración rosa (ver figura 2) que persista más de 20 s.

Los resultados de acidez obtenidos se expresaron en porcentaje de ácido láctico mediante la siguiente fórmula:

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

Dónde:

- ✓ **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 g, de la muestra para ensayo;
- ✓ **0,9** es el factor de conversión para el ácido láctico;
- ✓ 1 ml de NaOH 0.1 N equivale a 0,009 g de ácido láctico.

Figura 2. Determinación de acidez titulable



Fuente: Esta investigación

5.1.1.2 Densidad. La densidad se determinó utilizando un lactodensímetro. Para ello se colocó en una probeta la leche, se le determinó la temperatura y posteriormente se introdujo el lactodensímetro, luego después de provocar un ligero movimiento de rotación se dejó reposar un minuto y se realizó la lectura (Corrales et al., 2005).

Para realizar la corrección de temperatura se utilizó la siguiente fórmula:

$$D (15/15^{\circ}\text{C}) = 1 + \frac{x \pm 0.2 + ^{\circ}\text{Lactométricos}}{1000}$$

Dónde:

✓ **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.

5.1.1.3 Análisis ultrasónico Ekomilk. Para obtener los datos de grasa, SNG, densidad, agua añadida, punto crioscópico y proteína se utilizó un ekomilk (milk analyzer MILKANA KAM 98 -2 AM (Ver figura 3). Para realizar la lectura inicialmente se hizo un lavado del equipo automáticamente con agua destilada y luego se depositó una muestra de leche en el vaso que hace parte del analizador ultrasónico y se efectuó la respectiva lectura.

Figura 3. Análisis ultrasónico Ekomilk.



Fuente: Esta investigación

5.1.1.3 Neutralizantes alcalinos. Se colocó 5 ml de leche en un tubo de ensayo y se calentó hasta ebullición durante tres minutos con agitación. Se enfrió y agregó de 3 gotas de solución de oxalato de potasio 30% m/v con constante agitación. Posteriormente se agregó 3 gotas de la solución de fenolftaleína (preparada al 2% en alcohol etílico de 95 G.L. (m/v)). La ausencia de una coloración rosada indicó la ausencia de alcalinizantes en la leche (Corrales et al., 2005).

5.1.1.4 Formol o solución de formaldehído (prueba de Hehner). Se colocaron 5 ml de leche en un tubo de ensayo y luego se le agregó 1 ml de ácido sulfúrico diluido y una gota de cloruroférico 1%. Posteriormente se mezcló y se calentó hasta ebullición. La ausencia de una coloración violeta indicó la no presencia de formaldehído. (Corrales et al., 2005).

5.1.1.5 Agua oxigenada o solución de peróxido de hidrógeno (Método de Arnold y Mentzer). En un tubo de ensayo se colocaron 10 ml de leche, luego 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 presencia de un color curuba indica presencia de agua oxigenada (Corrales et al., 2005).

5.1.1.6 Método de yoduro de potasio. Se añadió 5 gotas de KI (solución al 35%) recién preparada a 5 ml de leche. La ausencia de un color amarillo canario indica la no presencia de H_2O (Corrales et al., 2005).

5.1.1.7 Harinas y almidones (Prueba del Lugol). Se colocó en un tubo de ensayo 5 ml de muestra, luego se llevó a ebullición, se dejó enfriar y se agregó 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 (Corrales et al., 2005).

5.1.1.8 Hipocloritos y dióxido de cloro (Bacoxin) Prueba de selección. En un tubo de ensayo se colocaron 2 ml de leche, 1 ml de ácido clorhídrico diluido, 1 ml de solución de yoduro de potasio y 0.5 ml de la solución de almidón y se agitó. Una coloración azul indica la presencia de cloro disponible debido a hipocloritos, cloraminas, dióxido de cloro o agua oxigenada (Corrales et al., 2005).

5.1.1.9 Suero. Se tomaron 20 ml de leche cruda y se incubaron a 37°C por 30 minutos. De esta muestra incubada se tomaron 5 ml, se le adicionó una gota de peróxido al 35% y se la colocó a hervir. La interpretación de los resultados se realizó observando si hay coagulación o no.

Nota: Si la acidez de la leche inicial es mayor de 0.18% no se puede hacer, pues da resultados falsos positivos.

5.1.2 Determinación de la calidad sanitaria de la leche

5.1.2.1 Recuento de células somáticas (RCS). El recuento de células somáticas se realizó mediante la PRUEBA PORTA SCC. Para ello se homogenizó las muestras de leche y en una tirilla del kit previamente identificada se agregó una gota de leche al pocillo de la tira con una pipeta del kit. Después de que esta se absorbió se agregaron 3 gotas de solución activadora y se esperó 45 minutos hasta que se desarrolló un color azul en el pocillo. Finalmente se realizó la lectura colocando la tira en el lector digital (ver figura 4).

Los resultados obtenidos en el lector digital 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 de <50.000 CS/ml.
- Si aparece HI, se interpreta un RCS de >3.000.000 CS/ml.

Figura 4. Recuento de células somáticas (RCS)



Fuente: Esta investigación

5.1.2.2 Protocolo para la determinación de antibióticos. Se realizó mediante la prueba Charm utilizando un lector de pruebas de antibióticos en leche (Rosa Green Incubator). Para ello primero se conectó a la corriente el lector y se esperó hasta que la temperatura marcó los 56°C, lo cual se evidencia porque aparece en el interior del lector un cuadro de color negro el cual cambia a un color café alrededor del valor de la temperatura deseada (56°C). Para comprobar la temperatura del lector de antibióticos se colocó un termómetro en una ranura que dispone para tal fin el lector.

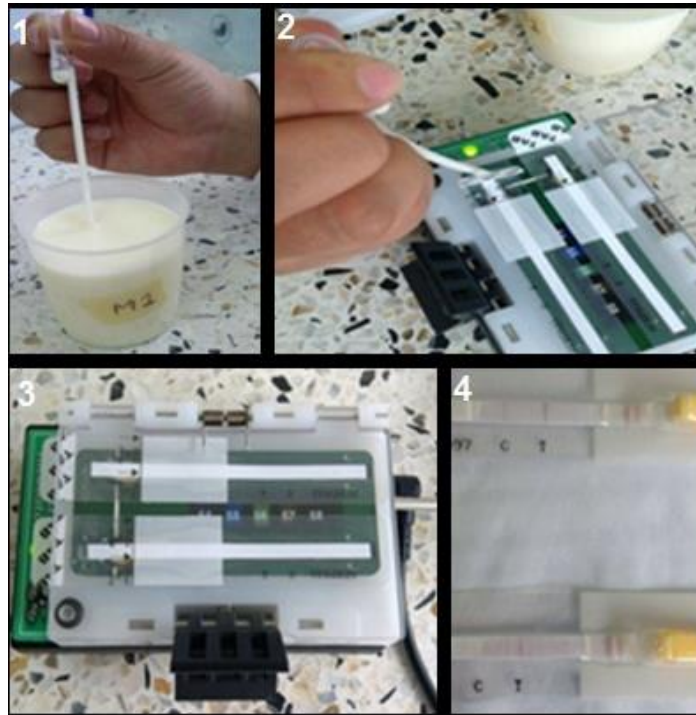
En seguida se colocó la tirilla que trae el equipo para la determinación de antibióticos en el lector, se procedió a tomar la muestra de leche con la micropipeta y se la depositó en la tirilla para determinación de los antibióticos.

Se tapó el equipo y se dejó por un espacio de ocho (8) minutos para realizar la lectura (ver figura 5).

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 5. Determinación de Antibióticos



Fuente: Esta investigación

5.1.3 Determinación de la calidad microbiológica de la leche

5.1.3.1 Recuento de Mesófilos Aerobios. El recuento de mesófilos aerobios de la leche cruda se realizó por la metodología reportada por laboratorios especializados de la Universidad de Nariño, sección de laboratorios de microbiología. La tablas 6 muestra los métodos, técnicas y unidades empleados para las muestras examinadas.

Tabla 6. Métodos y técnicas análisis microbiológico de la leche

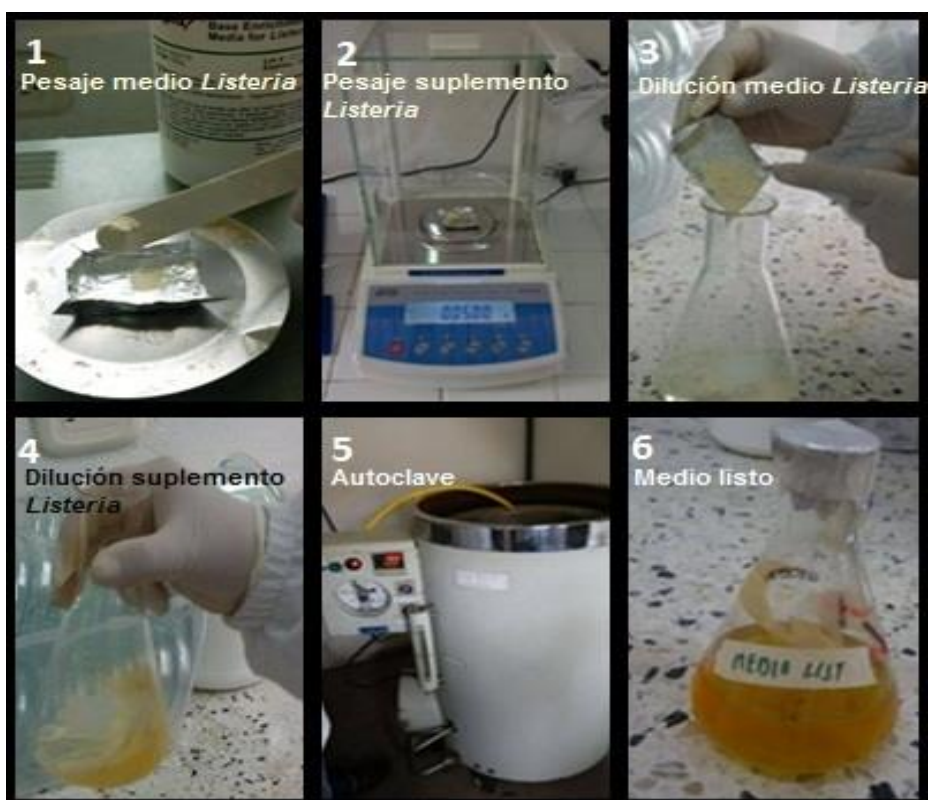
Parámetro	Método	Técnica	Unidades
Recuento de Mesófilos	Recuento en placa	Siembra en profundidad	UFC

Fuente: Laboratorios especializados Universidad de Nariño

5.1.3.2 Identificación de *Listeria*

- Preparación del medio. Se pesaron 3g del medio para *Listeria* con 0,2 g del suplemento para *Listeria* y se disolvió en 50 ml de agua esterilizada luego se autoclavó a 121 °C por 15 minutos siguiendo las instrucciones de la casa comercial (ver figura 6).

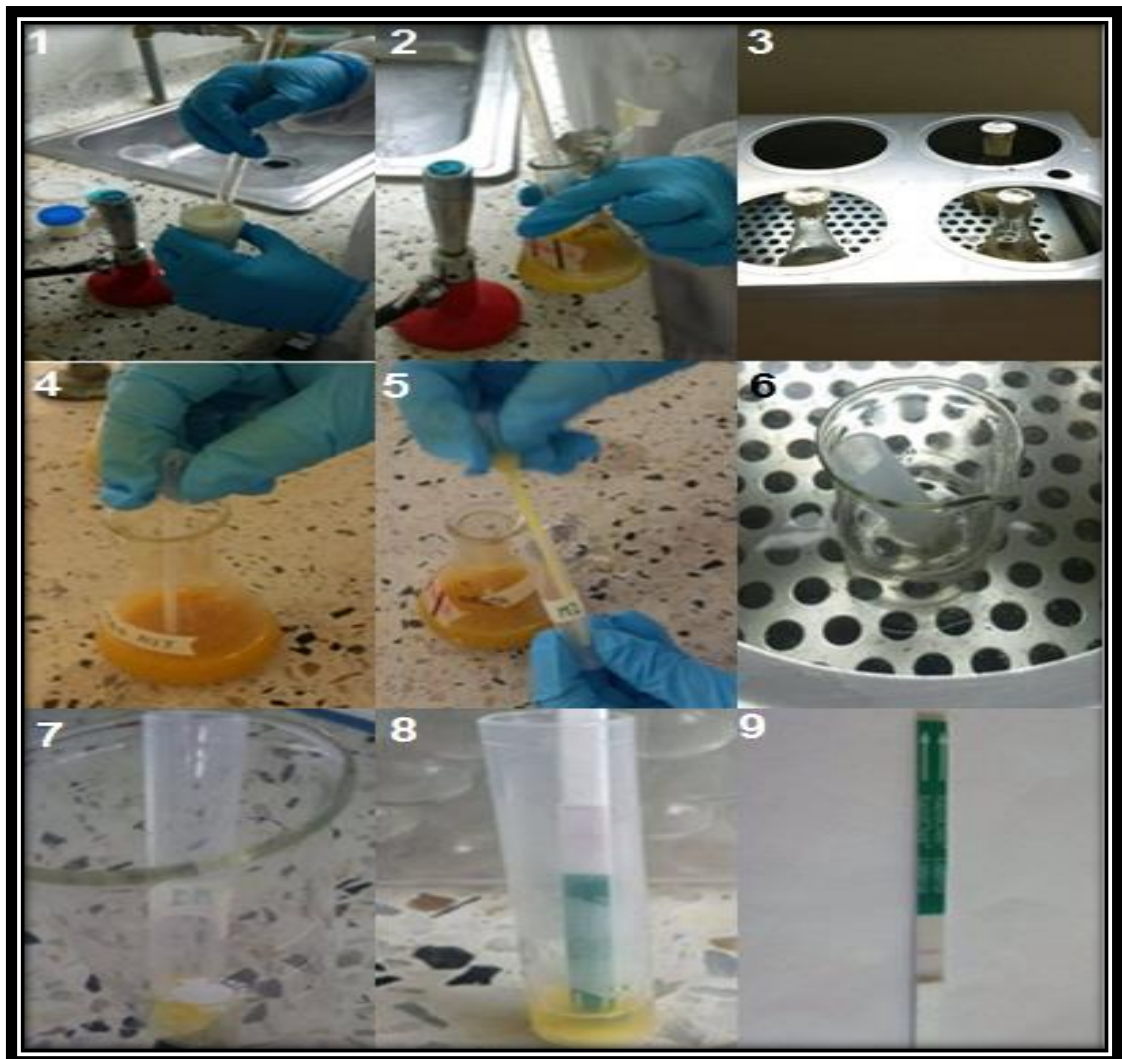
Figura 6. Preparación del medio *Listeria*



Fuente: Esta investigación

- Enriquecimiento de la muestra. Se tomó 5 g de la muestra de leche y se los adicionó a los 50 ml del medio de enriquecimiento precalentado a 30°C. Posteriormente se agitó por 30 s y se incubó 40 horas a 30 °C. Finalmente se realizó la lectura tomando 400 microlitros del medio incubado, los cuales se colocaron en un tubo de ensayo plástico rack marcado. Este tubo se llevó a baño maría a 100°C por 5 minutos y posteriormente se enfrió a temperatura ambiente. Luego en cada tubo se colocó una tirilla y se la dejó actuar por 10 minutos. La interpretación del resultado se determinó por la aparición de una línea roja prueba negativa o dos líneas rojas prueba positiva (ver figura 7).

Figura 7. Enriquecimiento de la muestra para identificación de *Listeria*



Fuente: Esta investigación

5.1.4 Caracterización del suero. La caracterización del suero se realizó por la metodología reportada por laboratorios especializados de la Universidad de Nariño, sección de laboratorios de bromatología. La tabla 7 muestra los métodos, técnicas y unidades empleados para las muestras examinadas.

Tabla 7. Caracterización del suero

Parámetro	Método	Técnica	Unidades
Grasa gerber	NTC 4722	Gravimétrica	g/100g
Proteína cruda	Kjeldal (N*6,38)	Titulométrica	g/100g
Sólidos totales	NTC 4979	Gravimétrica	g/100g
Humedad	NTC 4979	Gravimétrica	g/100g
Acidez	NTC 4978	Titulométrica	g/100g
pH		Potenciómetro	

Fuente: laboratorios especializados

5.1.5 Elaboración de la bebida láctea a partir de lactosuero con inclusión de carrageninas. Se realizó usando la metodología de Alarcón (2003) en la Unidad Productiva Agroindustrial (UPA) de la Universidad de Nariño – Pasto, empleando un volumen de 30 L para cada experiencia con el siguiente proceso (ver figura 9):

- **Recepción de materia prima**

- **Leche:** Fue obtenida en el primer ordeño (5 a.m.), del mismo hato para todos los ensayos y transportada en cantina hasta la Planta Piloto de la Universidad de Nariño. A esta se le realizaron pruebas fisicoquímicas y microbiológicas.

- **Suero:** se obtuvo por coagulación enzimática del proceso de elaboración de queso fresco con adición de cuajo, seguido de incubación a 38 °C por 30 minutos. La cuajada se cortó con cuchillos y el suero de leche se obtuvo por filtración de la masa restante (ver figura 8). A este se le realizaron pruebas fisicoquímicas (materia grasa, sólidos totales, acidez, proteína, pH).

Figura 8. Obtención del suero

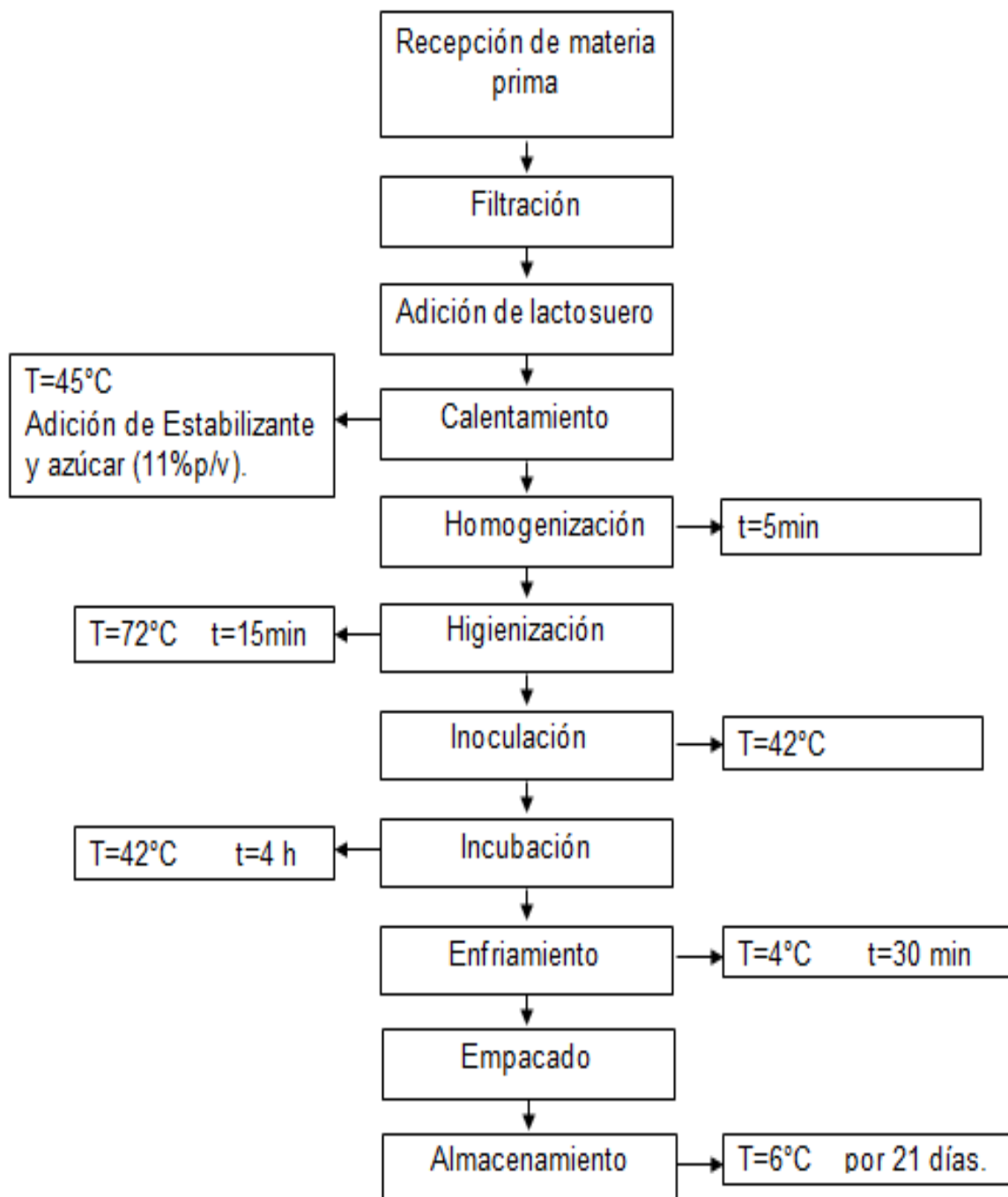


Fuente: Esta investigación

- Filtración. Se realizó con un tamiz de diámetro fino para eliminar algunas impurezas de la leche y algunos residuos de cuajada del lacto suero.
- Adición de lactosuero. Se mezcló la leche entera ($3,5\% \pm 0,1$) con el correspondiente porcentaje de suero (20%, 30% y 40 %) respectivamente a trabajarse de acuerdo a cada tratamiento. El suero utilizado presentó un porcentaje de grasa de $0,3 \pm 0,01$.
- Adición de Estabilizante. Las concentraciones de carragenina (0,01%, 0,05% y 0,1% p/v) se adicionaron junto con azúcar (relación 1:5) a una temperatura de 45 °C.
- Adición de Azúcar. Se adicionó azúcar al 11%p/v en base a la cantidad de bebida a elaborar.

- Homogenización. La mezcla anterior se homogenizó con una batidora marca Black y Decker de 250 watt en la velocidad uno (1) por 5 minutos.
- Se realizó con el fin permitir la ruptura del glóbulo graso y de las micelas de caseína ya que estas al colocarse en la superficie del glóbulo graso hacen que se aumente la capacidad de ligado de agua y que por lo tanto el producto obtenido presente una mejor consistencia.
- Higienización. Se pasteurizó la mezcla a 72°C/15 minutos con agitación constante. Esto con el fin de reducir la carga microbiana a niveles de inocuidad.
- Inoculación. Se inoculó a una temperatura de 42°C con un cultivo de microorganismos (yogurt base) que está compuesto por una combinación simbiótica de *Streptococcus thermophilus* y *Lactobacillus bulgaricus* a una concentración del 2.5% en base a la cantidad de la bebida.
- Incubación. Se dejó en reposo en una incubadora durante 4 horas a 42°C.
- Batido. Se realizó un batido suave y se enfrió hasta 20 °C para frenar el desarrollo de los microorganismos y con el ello reducir el incremento excesivo de acidez que puede conducir a una separación de fases y formación de grumos.
- Empacado. Se envasó en recipientes plásticos de polietileno de baja densidad (LDPE) de 2000 ml, previamente esterilizados y provistos de tapa.
- Almacenamiento. Se mantuvo en refrigeración a 6°C durante 21 días que corresponde a la evaluación de la vida útil de la bebida láctea fermentada.

DIAGRAMA DE FLUJO PARA LA ELABORACIÓN DE LA BEBIDA LÁCTEA FERMENTADA



Fuente: Esta investigación.

Figura 9. Elaboración bebida láctea fermentada



Fuente: Esta investigación.

5.1.6 Determinación de la vida útil. Para la determinación de la vida útil se realizó un análisis fisicoquímico en el cual se determinó por triplicado el pH, acidez, sinéresis y viscosidad a cada tratamiento durante los días 1, 7, 14 y 21 de almacenamiento de la bebida a 4 °C.

- Determinación de acidez. Se determinó por titulación con NaOH 0,1N y los resultados se expresaron en gramos de ácido láctico/ 100 g de muestra.
- Determinación de pH. El pH de las muestras se determinó utilizando un pH-metro marca JENWAY modelo 3510 (ver figura 10).

Figura 10. Determinación de pH



Fuente: Esta investigación

- Determinación de sinéresis. La sinéresis se determinó en una centrifuga refrigerada (Dinámica) de 18R de velocidad tomando una muestra de 10 ml de la bebida láctea obtenida la cual se la centrifugó a 5000 rpm durante 20 min, midiendo el suero liberado (ver figura 11). Los resultados se expresaron en porcentaje volumétrico, en mililitros de suero por mililitros de bebida láctea mediante el método mencionado por Cárdenas et al. (2013).

Figura 11. Determinación de sinéresis



Fuente: Esta investigación

- Determinación de viscosidad. La viscosidad se determinó en centipoises (cP) empleando un viscosímetro digital Brookfield Rheometer DV3T (ver figura 12) .La medición se realizó con muestras de 7 oz a 11 °C utilizando la aguja 64 a 12 rpm.

Figura 12. Determinación de viscosidad



Fuente: Esta investigación

- Diseño experimental. En la investigación se utilizó un diseño experimental irrestrictamente al azar en arreglo factorial 3x3 donde: el factor A correspondía a concentración de carragenina (0,01%, 0,05% y 0,1%) y el factor B a concentración suero (20 %, 30% y 40%), incluyendo un testigo o control con 0% de carragenina y 30 % de suero para acidez y pH y un producto comercial para determinación de sinéresis y viscosidad (ver tabla 8). Se trabajó con 3 repeticiones por tratamiento para un total de 30 unidades experimentales. Cada unidad experimental corresponde a 2000 ml de bebida láctea en envases de polietileno.

Las variables respuesta que se determinaron fueron acidez, pH, viscosidad, y sinéresis y se midieron durante los días 1, 7, 14 y 21 para cada tratamiento.

El análisis de resultados se realizó con ayuda del paquete estadístico Infostat, mediante el cual se realizaron los análisis de varianza y pruebas de comparación de medias, Tukey a 5% de nivel de significancia.

Tabla 8. Matriz experimental

Tratamiento	%Carragenina	%Suero	VARIABLE RESPUESTA			
			pH	Acidez	Sinéresis	Viscosidad
T1	0,01	20	X	X	X	X
T2	0,01	30	X	X	X	X
T3	0,01	40	X	X	X	X
T4	0,05	20	X	X	X	X
T5	0,05	30	X	X	X	X
T6	0,05	40	X	X	X	X
T7	0,1	20	X	X	X	X
T8	0,1	30	X	X	X	X
T9	0,1	40	X	X	X	X
Testigo (T0)	0	30	X	X		
Testigo (T0)	Producto comercial				X	X

Fuente: Esta investigación.

X: variable respuesta.

Nota : para las variables sinéresis y viscosidad se utilizó como testigo un producto comercial a base de suero y leche debido a que en el testigo elaborado con 0% de

carragenina y 30 % de suero se hizo evidente una separación de fases (Sinéresis) a los 5 días por lo que ya no fue posible obtener datos coherentes.

5.1.7 Análisis sensorial

- Prueba de determinación del grado de satisfacción con escala hedónica verbal. Teniendo en cuenta la vida útil de acuerdo a las propiedades fisicoquímicas se eligieron los 3 mejores tratamientos a los cuales se les realizó una prueba afectiva para evaluar el olor, sabor, viscosidad y la aceptación global mediante el método de escala hedónica descrito por Anzaldúa (1994), en la cual cada juez eligió entre las siguientes opciones y puntajes: me gusta mucho (5), me gusta (4), me es indiferente (3), me disgusta (2) y me disgusta mucho (1). Esta prueba de satisfacción se llevó a cabo con 30 jueces no entrenados del SENA. Las muestras se presentaron codificadas y se solicitó a los jueces señalar cuanto les gusta o les disgusta cada uno de los atributos evaluados para cada una de las muestras. La cantidad de muestra utilizada fue de 20 ml, se presentaron a una temperatura aproximada de 10 °C y se utilizó agua para eliminar sabores antes de iniciar la prueba y entre cada muestra. Por cada atributo se presentó una hoja de respuesta (ver anexo 1). El análisis de resultados se realizó con el programa stat graphics, mediante el cual se efectuó el análisis de varianza y la prueba de diferencia mínima significativa TUKEY con un nivel de significancia del 5 %.

Figura 13. Análisis sensorial. Prueba afectiva.



Fuente: Esta investigación

- Prueba de preferencia con respecto a una marca comercial. Se realizó una prueba de preferencia entre la bebida que presentó la mejor aceptación y una muestra comercial. Para esta prueba fue necesario adicionar colorante y saborizante a la bebida con el fin de que quede similar a la comercial (ver figura 14). Esta prueba se efectuó con 30 jueces consumidores y se evaluó mediante una “prueba de dos colas” cuál de las muestras presentaba los mejores atributos sensoriales. Las muestras se presentaron codificadas y en la hoja de respuesta se solicitó a los jueces señalar cuál de las dos muestras de bebida láctea fermentada prefieren (ver anexo 2).

La interpretación de las respuestas se realizó con la tabla que aparece en el apéndice II Roessler y Col, (1956) del libro de Anzaldúa, (1994) (anexo 3). En esta tabla se idéntica el número de jueces que efectuaron la prueba y en la columna de prueba de “dos colas “a un nivel de significancia del 5% se determina el número mínimo de respuestas correctas que deben existir para que haya diferencia significativa entre las dos muestras.

Figura 14. Análisis sensorial. Prueba de preferencia.



Fuente: Esta investigación

5.1.8 Análisis microbiológico bebida láctea fermentada. Para determinar si la bebida final cumple con los requisitos de calidad establecidos en la NTC 805 para leche fermentadas se le realizó un análisis microbiológico por la metodología reportada por laboratorios especializados de la Universidad de Nariño, sección de laboratorios de microbiología. La tabla 9 muestra los métodos, técnicas y unidades empleados para las muestras examinadas.

Tabla 9. Métodos y técnicas empleados para el análisis microbiológico

Parámetro	Método	Técnica	Unidades
Coliformes Totales	NMP	Tubos múltiples	No bacterias / g
Coliformes Fecales	NMP	Tubos múltiples	No bacterias / g
Recuento de hongos y levaduras	Recuento en placa	Siembra en profundidad	UFC / g

Fuente: Laboratorios especializados Universidad de Nariño

5.1.9 Análisis Nutricional Bebida Láctea Fermentada. Siendo el tratamiento siete (carragenina 0,1% -20% suero) la bebida láctea fermentada que presentó las mejores características fisicoquímicas en el tiempo y mayor aceptabilidad, se le realizó un análisis nutricional según la metodología reportada por laboratorios especializados de la Universidad de Nariño, sección de laboratorios de microbiología. La tabla 10 presenta los métodos, técnicas y unidades empleados para las muestras examinadas.

Tabla 10. Métodos y técnicas empleados para el análisis nutricional

Parámetro	Método	Técnica	Unidades
Humedad	NTC 4979	Gravimétrica	g/100g
Sólidos Totales	NTC 4979	Gravimétrica	g/100g
Grasa gerber	NTC 4722	Gravimétrica	g/100g
Proteína cruda	Kjeldal (N*6,38)	Titulométrica	g/100g
Calcio	Oxidación húmeda, EAA	Espectrofotometría A.A.	mg/100g

Fuente: Laboratorios especializados Universidad de Nariño

6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1 CALIDAD FÍSICO-QUÍMICA, MICROBIOLÓGICA Y SANITARIA DE LA LECHE

El análisis físico-químico, microbiológico y sanitario de la leche se presenta en la tabla 11. Los resultados obtenidos para cada parámetro corresponden al promedio de un análisis por triplicado (n=3)

Tabla 11. Características físico-químicas, microbiológicas y sanitarias de la leche

Parámetro/Unidad	Valor Fuente: esta investigación	Valor Fuente: decreto 616/2006		Valor Fuente: NTC 399	
		Min.	Max.	Min.	Max.
Densidad 15°C/15 °C g/ ml	1,031 ± 0,001	1,030	1,033	1,030	1,033
Materia grasa, en % m/v	3,5 ± 0,01	3	-----	3	-----
Sólidos totales en % m/m	11,96 ± 0,02	11,30	-----	11,30	-----
Sólidos no grasos (Extracto seco desengrasado), en %m/m	8,42 ± 0,005	8,30	-----	8,30	-----
Acidez expresada como ácido láctico, en % m/v	15,1 ± 0,005	0,13	0,17	0,13	0,18
Prueba de alcohol	Negativa			Negativa	
Presencia de conservantes	Negativa			Negativa	
Presencia de adulterantes	Negativa			Negativa	
Presencia de neutralizantes	Negativa			Negativa	
Presencia de antibióticos	Negativa				
Recuento de microorganismos mesófilos, UFC/ml.				000	700
Recuento de células somáticas/ml.	95 000 ± 5000			000	700
<i>Listeria</i>	Negativa				

Nota: los valores son la media de tres replicas ± DE

Fuente. Esta investigación

La tabla 11 muestra que la leche empleada para la elaboración de la bebida láctea fermentada cumple con los requisitos para leche cruda establecidos en el decreto 616 de 2006 y la NTC 399, por lo tanto si se realiza un procesamiento con una leche de una calidad composicional, microbiología y sanitaria optima se puede obtener un producto alimenticio con características fisicoquímicas y microbiológicas aceptables.

6.2 CARACTERIZACIÓN DEL SUERO

La tabla 12 presenta las características del suero utilizado en la elaboración de la bebida láctea fermentada. Los resultados obtenidos para cada característica corresponden al promedio de un análisis por triplicado (n=3)

Tabla 12. Características del suero

Característica	Valor Fuente: esta investigación	Valor Fuente: Resolución 2310/ 1986	Valor Fuente: Rodríguez <i>Et al.</i> (2011)
		Min. Max.	
Humedad (g/100g)	92,88 ± 0,01		
sólidos totales (g/100g)	7,12 ± 0,01	5,5	6,38
materia grasa (g/100g)	0,30 ± 0,01		0,42
Proteína (g/100g)	1,13 ± 0,005	0,7	0,7
Acidez (% ácido láctico)	0,09 ± 0,0005	0,4	0,09
pH	6,46 ± 0,02		6,45

Nota: los valores son la media de tres replicas ± DE

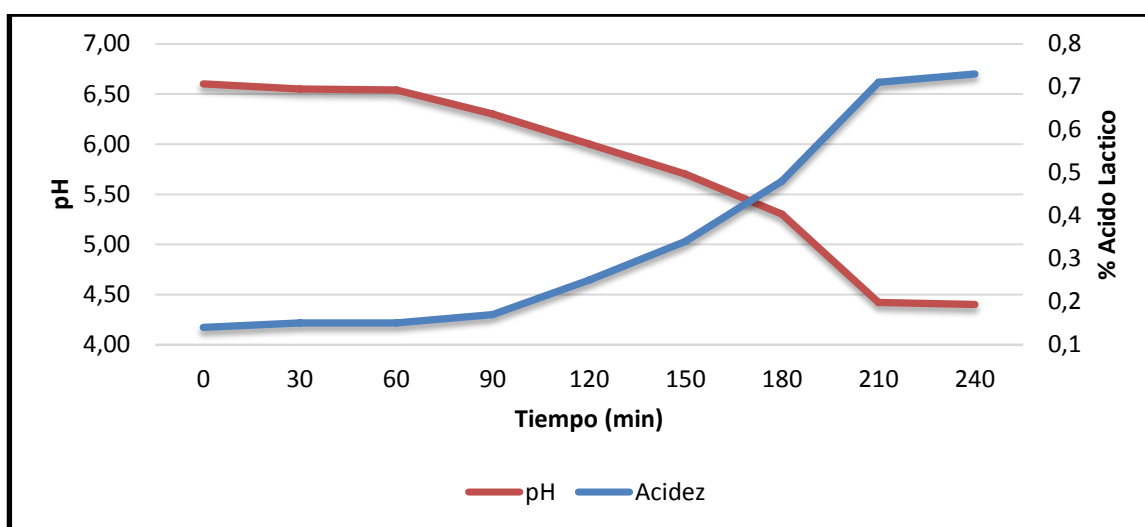
Fuente. Esta investigación

La tabla 12 muestra que el suero empleado en la elaboración de la bebida láctea fermentada cumple con los requisitos de sólidos totales, proteína y acidez establecidos en la resolución 2310 de 1986. Además los resultados de acidez y pH son similares a los reportados por Rodríguez *Et al.*, (2011), sin embargo en cuanto a sólidos totales, materia grasa y proteína los resultados de esta investigación son un tanto más elevados esto puede ser debido a que la calidad de la materia prima de la cual se obtuvo el suero presentaba una mejor calidad composicional.

6.3 DETERMINACIÓN DEL TIEMPO DEL TIEMPO DE FERMENTACIÓN DE LA BEBIDA LÁCTEA

La determinación del tiempo de fermentación se realizó mediante la elaboración de una curva de acidez y pH cada media hora a una temperatura de 42°C. El grafico 1 muestra que el pH al inicio de la fermentación se encuentra en 6,55 y la acidez en 0,14% de ácido láctico, a las 4 horas el pH alcanza un valor de 4,4 y la acidez un valor del 0,73% de ácido láctico.

Grafico 1. Comportamiento de acidez y pH en el tiempo de incubación de la bebida láctea fermentada.

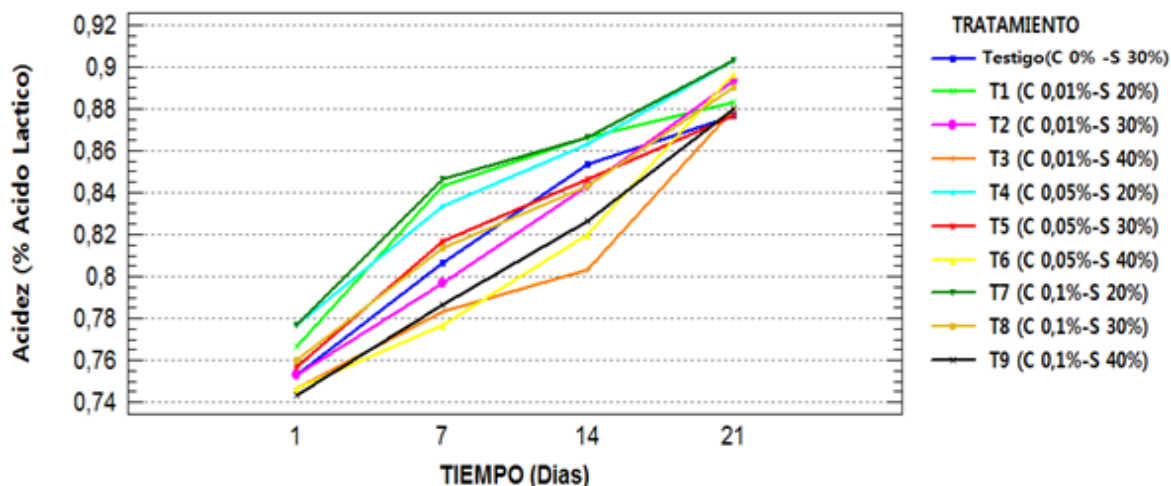


Fuente: Esta investigación

6.4 DETERMINACIÓN DE LA VIDA ÚTIL

6.4.1 Acidez

Grafico 2. Comportamiento de la acidez de la bebida láctea fermentada durante el almacenamiento



Fuente: Esta investigación

En el grafico 2 se aprecia un incremento en la acidez en todos los tratamientos a lo largo del período de almacenamiento, este comportamiento se debe a las transformaciones bioquímicas que se dan en la bebida láctea como consecuencia de la producción de ácido láctico a partir de la lactosa por parte de las bacterias lácticas (Veles y Rivas, 2001). Según Xanthopoulos *et al.* (2001) aún bajo condiciones de refrigeración los cultivos iniciadores continúan fermentando la lactosa presente. Los valores de acidez encontrados en esta investigación son similares a los de un yogur están entre un rango que va desde 0,74 -0,77% de ácido láctico en el primer día hasta 0,88-0,9 % de ácido láctico a los 21 días. La bebida cumple con las normas establecidas en la NTC 805 donde los niveles de acidez para bebidas fermentadas, deben ser mínimo 0,6% de ácido láctico.

Resultados similares se encontraron en el estudio de Londoño *et al.* (2008) donde la acidez en un periodo de almacenamiento de 21 días va desde 0,81 a 0,90 % de ácido láctico para una bebida fermentada de suero de queso; Vega G. S. (2012) obtuvo resultados de acidez de 0,61 a 1,28 % durante 21 días de almacenamiento en una bebida elaborada con el 70% de suero y avena. Miranda *et al.* (2007,

2014), obtuvo valores de acidez de una bebida fermentada a partir del suero de leche de 0,63 y de 0,7 % de ácido láctico.

Tabla 13. Análisis de varianza para acidez día 1

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	3,8E-03	8	4,8E-04	11,68	<0,0001
% CARRAG	1,2E-04	2	5,9E-05	1,45	0,2597
% SUERO	3,5E-03	2	1,8E-03	43,18	<0,0001
% CARRAG*% SUERO	1,7E-04	4	4,3E-05	1,05	0,4114
Error	7,3E-04	18	4,1E-05		
Total	4,5E-03	26			

(P<0,05)=significativo

Fuente: Esta investigación.

Según el análisis ANOVA para el primer día de almacenamiento los niveles de carragenina no influyen en la acidez puesto que no presentan diferencias significativas (P-valor >0,05%), sin embargo los niveles de suero presentan diferencias significativas (P-valor <0,05%) (ver tabla 13). En la tabla de contrastes múltiples se observa que existen diferencias significativas entre los tratamientos T1, T4, y T7 que tienen 20% de suero pero estos a su vez presentan diferencias significativas con el testigo T0,T2 y T5 con 30% de suero y con T3,T6 y T9 con 40% de suero (ver tabla 14).

Tabla 14. Contraste de rango múltiple Tukey para Acidez día 1

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.	
T7	0,78	3	3,7E-03	A
T4	0,78	3	3,7E-03	A
T1	0,77	3	3,7E-03	A B
T8	0,76	3	3,7E-03	A B C
T5	0,76	3	3,7E-03	B C
T2	0,75	3	3,7E-03	B C
T0	0,75	3	3,7E-03	B C
T3	0,75	3	3,7E-03	C
T6	0,75	3	3,7E-03	C
T9	0,74	3	3,7E-03	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

$\alpha=0,05$

Fuente: Esta investigación.

Para el día 21 de almacenamiento según el ANOVA se presentan diferencias significativas (P-valor <0,05%) para % de suero y la interacción %de suero * % de carragenina (ver tabla 15).

Tabla 15. Análisis de varianza para acidez día 21

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	2,5E-03	8	3,1E-04	7,02	0,0003
‡ CARRAG	2,3E-04	2	1,1E-04	2,58	0,1032
‡ SUERO	6,7E-04	2	3,4E-04	7,58	0,0041
‡ CARRAG*‡ SUERO	1,6E-03	4	4,0E-04	8,96	0,0004
Error	8,0E-04	18	4,4E-05		
Total	3,3E-03	26			

(P<0,05)=significativo

Fuente: Esta investigación.

La comparación de medias de Tukey, permitió identificar 3 grupos donde el T7 (C 0,1%-S 20%) es el que presenta una mayor acidez (0,95% de ácido láctico) y el T5 (C 0,05%-S 30%) una menor acidez (0,88% de ácido láctico) (ver tabla16, grafico 3).

Tabla 16. Contraste de rango múltiple Tukey para Acidez día 21

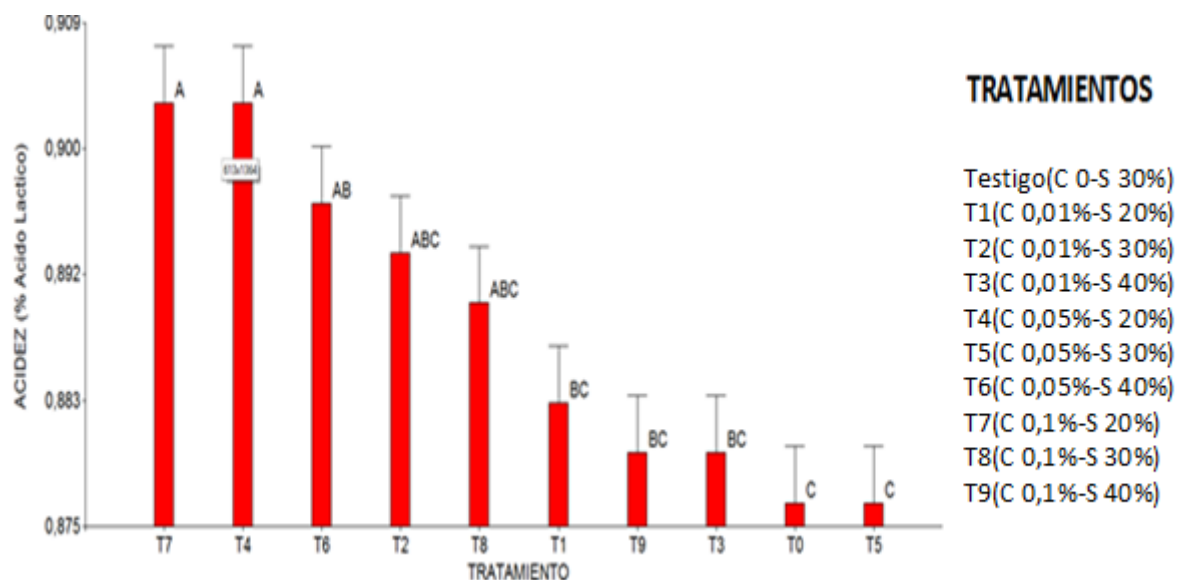
TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.	
T7	0,90	3	3,8E-03	A
T4	0,90	3	3,8E-03	A
T6	0,90	3	3,8E-03	A B
T2	0,89	3	3,8E-03	A B C
T8	0,89	3	3,8E-03	A B C
T1	0,88	3	3,8E-03	B C
T9	0,88	3	3,8E-03	B C
T3	0,88	3	3,8E-03	B C
T0	0,88	3	3,8E-03	C
T5	0,88	3	3,8E-03	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

$\alpha=0,05$

Fuente: Esta investigación.

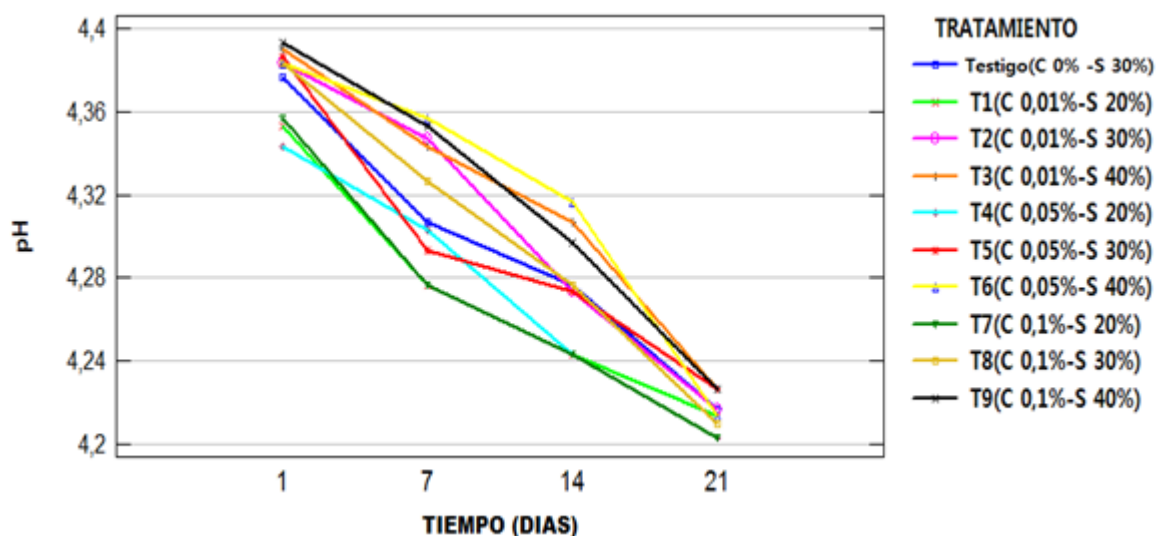
Grafico 3. Diagrama de barras e intervalos al 95% de TUKEY HSD para Acidez día 21



Fuente: Esta investigación.

6.4.2 pH

Grafico 4. Comportamiento del pH de la bebida láctea fermentada durante el almacenamiento



Fuente: Esta investigación

En el gráfico 4 se aprecia un decrecimiento en el pH en todos los tratamientos a lo largo del período de almacenamiento, este comportamiento obedece a la producción de ácido láctico que hace que el pH disminuya y la acidez incremente. Los valores de pH se encuentran en un rango inicial de 4,39 a 4,34 y final de 4,23 a 4,20. En investigaciones realizadas en bebidas lácteas fermentadas a base de suero se han obtenido valores de pH de 4,36 a 3,87 (Vega, 2012), 4,37 (Miranda, et al., 2007) y 4,36 (Miranda, et al., 2014). Gauche et al. (2008) reporta valores de yogures con suero de 4,36 y 4,34 para yogures con incorporación del 20 y 30% de suero de leche respectivamente.

Según el análisis ANOVA tanto para el primer día de almacenamiento como para el día 21 los niveles de carragenina no influyen en el pH puesto que no presentan diferencias significativas (P-valor >0,05%), sin embargo los niveles de suero presentan diferencias significativas (P-valor <0,05%) lo que permite deducir que a mayor % de suero mayor pH (ver tablas 17 y 18).

Tabla 17. Análisis de varianza para pH día 1

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0,02	8	2,0E-03	60,25	<0,0001
% CARRAG	1,6E-04	2	7,8E-05	2,33	0,1256
% SUERO	0,02	2	0,01	236,33	<0,0001
% CARRAG*% SUERO	1,6E-04	4	3,9E-05	1,17	0,3583
Error	6,0E-04	18	3,3E-05		
Total	0,02	26			

(P<0,05)=significativo

Fuente: Esta investigación.

Tabla 18. Análisis de varianza para pH día 21.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	1,9E-03	8	2,4E-04	5,89	0,0009
% CARRAG	1,2E-04	2	5,9E-05	1,45	0,2597
% SUERO	9,9E-04	2	4,9E-04	12,09	0,0005
% CARRAG*% SUERO	8,1E-04	4	2,0E-04	5,00	0,0069
Error	7,3E-04	18	4,1E-05		
Total	2,7E-03	26			

(P<0,05)=significativo

Fuente: Esta investigación.

Para el primer día de almacenamiento la prueba de contrastes múltiples permitió identificar 3 grupos homogéneos (ver tabla 19). Se observa que existen diferencias significativas entre los tratamientos T3 (C 0,01%- S40%), T6(C 0,05%- S40%), T9 (C 0,1%- S40%) con el testigo (C 0% - S 20%), T2(C 0,01%- S30%), y T8 (C 0,1%- S30%), que tienen 30% de suero.

Tabla 19. Contraste de rango múltiple Tukey para pH día 1.

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.		
T9	4,39	3	4,1E-03	A	
T3	4,39	3	4,1E-03	A	
T5	4,39	3	4,1E-03	A	
T6	4,38	3	4,1E-03	A	
T8	4,38	3	4,1E-03	A	
T2	4,38	3	4,1E-03	A	
T0	4,38	3	4,1E-03	A	B
T7	4,36	3	4,1E-03		B C
T1	4,35	3	4,1E-03		C
T4	4,34	3	4,1E-03		C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

$\alpha=0,05$

Fuente: Esta investigación.

Para el día 21 de almacenamiento según el análisis de contrastes múltiples el T3 (C 0,01%- S40%), T5 (C 0,05%- S30%) y T9 (C 0,1%- S40%) presenta un mayor pH (4,23%) y el T4 (C 0,05%- S30%) un menor pH (4,20) (ver tabla 20, grafico 5).

Tabla 20. Contraste de rango múltiple Tukey para pH día 21

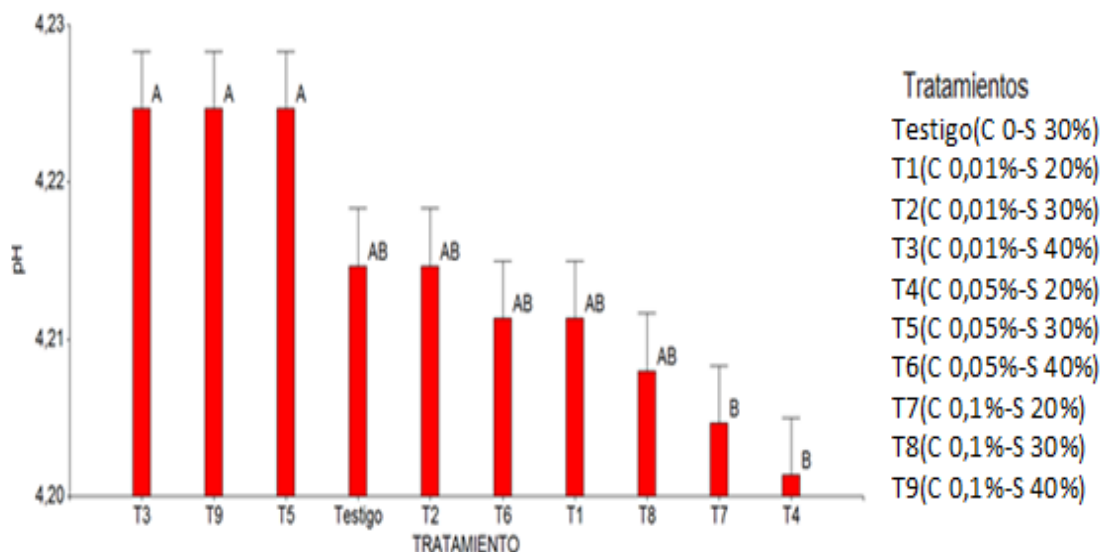
TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.		
T3	4,23	3	3,7E-03	A	
T9	4,23	3	3,7E-03	A	
T5	4,23	3	3,7E-03	A	
T0	4,22	3	3,7E-03	A	B
T2	4,22	3	3,7E-03	A	B
T6	4,21	3	3,7E-03	A	B
T1	4,21	3	3,7E-03	A	B
T8	4,21	3	3,7E-03	A	B
T7	4,21	3	3,7E-03		B
T4	4,20	3	3,7E-03		B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

$\alpha=0,05$

Fuente: esta investigación.

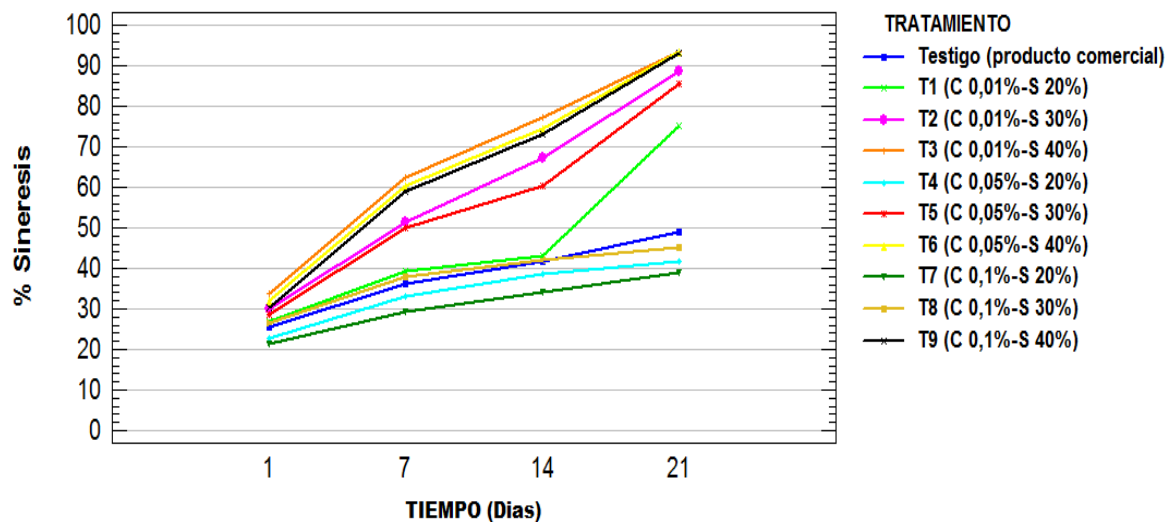
Grafico 5. Diagrama de barras e intervalos al 95% de TUKEY HSD para pH día 21



Fuente: esta investigación.

6.4.3 Sinéresis

Grafico 6. Comportamiento de la sinéresis de la bebida láctea fermentada durante el almacenamiento



Fuente: Esta investigación

Como podemos observar en la gráfica 6 a medida que aumenta el tiempo de almacenamiento el porcentaje de sinéresis incrementa, según Schmidt *et al.* (1980) esto se debe a que con el paso del tiempo, se origina una disminución en la capacidad de retención de agua por parte de las proteínas con un consecuente desprendimiento de suero. Para el primer día la sinéresis está en un rango de 21,12 a 33,4 % para todos los tratamientos sin embargo a partir del séptimo día el incremento de sinéresis es mayor en aquellos tratamientos en los cuales la concentración de carragenina es menor (0,01 %) y el porcentaje de suero adicionado es mayor (40%) (T9, T3, T6) y (30%) (T2 y T5), en estos tratamientos a los 20 días de almacenamiento se observó un desprendimiento de suero que corresponde a una sinéresis bien marcada (ver figura 15).

El porcentaje de sinéresis es intermedio para T1 y menor en T7 (C0,1%- S20%), T4 (C0,05%- S20%) y T8 (C0,1%- S30%), los cuales presentan valores de sinéresis inferiores al 50%, estos valores son aceptables ya que comparados con el valor de sinéresis del testigo (bebida fermentada comercial) son similares. En el testigo elaborado con 30% de suero y sin carragenina la sinéresis no se pudo determinar ya que la separación de fases se hizo evidente a los 5 días (ver figura 15). La presencia de sinéresis en el testigo elaborado con 30% de suero puede ser debido a que no contenía carragenina ya que su uso como estabilizante confiere mayor estabilidad en un producto y ayuda a evitar la ruptura del gel y la consecuente sinéresis.

Según el análisis ANOVA para el primer día de almacenamiento los niveles de carragenina y suero influyen en la sinéresis puesto que presentan diferencias significativas ($P\text{-valor} < 0,05$) (ver tabla 21). En la tabla de contrastes múltiples (ver tabla 22) se observa que no existen diferencias significativas entre los tratamientos T9 (C0, 1%-S 40%) y T2 (C0, 01%- S30%). El tratamiento que presenta la mayor sinéresis es el T3 (C0, 01%-S 40%) (33,7%), seguido del T6 (C0, 05%-S 40%) (32,2%) y T9 (C0, 1%-S 40%) (30,2%). Los tratamientos que presentaron menor sinéresis fueron T7 (C0, 1%- S20%) (21,5%), seguido de T4 (C0, 05%- S20%) (22,6%) y el testigo (24,5%). Gauche, et al. (2008) encontró valores de sinéresis del 23,92% y del 33 % para yogures elaborados con el 20% y 30% de suero respectivamente y con inclusión de transglutamina. Vargas, (1997) encontró valores de sinéresis en yogures batidos comerciales de 22% para el primer día y de 34 % para el día 21.

Tabla 21. Análisis de varianza para sinéresis día 1

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	407,03	8	50,88	2368,49	<0,0001
% CARRAG	80,93	2	40,47	1883,81	<0,0001
% SUERO	318,21	2	159,11	7406,71	<0,0001
% CARRAG*% SUERO	7,88	4	1,97	91,72	<0,0001
Error	0,39	18	0,02		
Total	407,42	26			

(P<0,05)=significativo

Fuente: esta investigación.

Tabla 22. Contraste de rango múltiple Tukey para sinéresis día 1

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.	
T3	33,77	3	0,08	A
T6	32,20	3	0,08	B
T9	30,20	3	0,08	C
T2	30,10	3	0,08	C
T5	28,60	3	0,08	D
T1	26,90	3	0,08	E
T8	26,40	3	0,08	F
T0	25,40	3	0,08	G
T4	22,60	3	0,08	H
T7	21,50	3	0,08	I

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

$\alpha=0,05$

Fuente: esta investigación.

Para el día 21 de almacenamiento al igual que para el día 1, según el ANOVA se presentan diferencias significativas ($P\text{-valor} < 0,05$) tanto para el nivel de carragenina como para el porcentaje de suero (ver tabla 23). Según la gráfica de contrastes (ver grafica 7), no existen diferencias significativas entre T3 y T6 y entre T6 y T9. Los tratamientos con mayor porcentaje de sinéresis fueron los mismos que en el día 1 T3 (93,6%), T6 (93,5%) y T9 (93,2%) y los tratamiento que presentaron menor sinéresis fueron T7(39%), T4(41,8%) y T8(45,7%) (ver tabla 24).

Tabla 23. Análisis de varianza para sinéresis día 21

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	13658,96	8	1707,37	85368,50	<0,0001
% CARRAG	3191,73	2	1595,86	79793,17	<0,0001
% SUERO	7738,22	2	3869,11	193455,50	<0,0001
% CARRAG*% SUERO	2729,01	4	682,25	34112,67	<0,0001
Error	0,36	18	0,02		
Total	13659,32	26			

(P<0,05)=significativo

Fuente: Esta investigación.

Tabla 24. Contraste de rango múltiple Tukey para sinéresis día 21

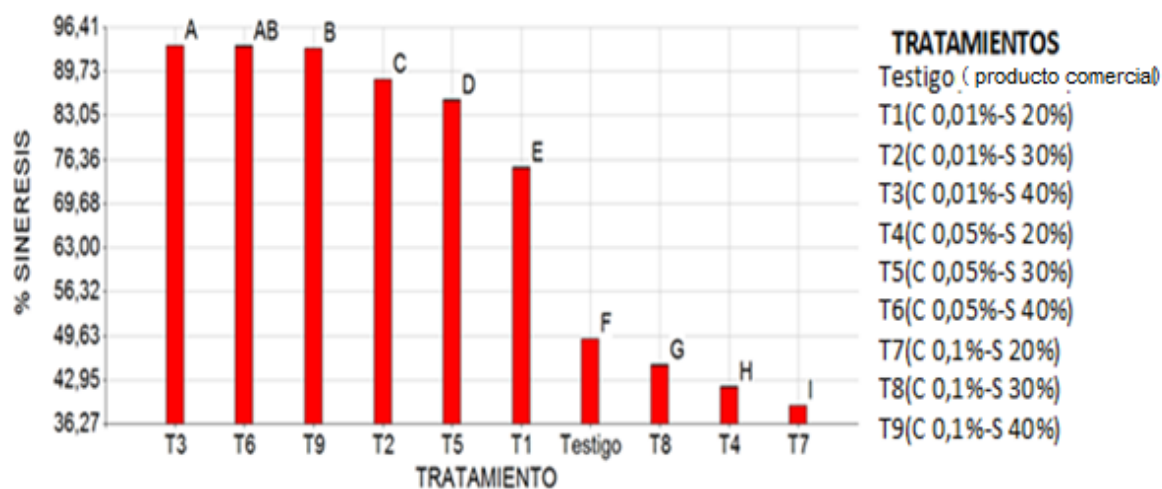
TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.	
T3	93,60	3	0,08	A
T6	93,50	3	0,08	A B
T9	93,20	3	0,08	B
T2	88,47	3	0,08	C
T5	85,37	3	0,08	D
T1	75,10	3	0,08	E
T0	49,10	3	0,08	F
T8	45,17	3	0,08	G
T4	41,80	3	0,08	H
T7	39,00	3	0,08	I

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

$\alpha=0,05$

Fuente: Esta investigación.

Grafico 7. Diagrama de barras e intervalos al 95% de TUKEY HSD para sinéresis día 21



Fuente: Esta investigación.

Los resultados de la sinéresis indican claramente que la adición de carragenina a la bebida láctea fermentada conlleva a una disminución de la sinéresis atribuido a la elevada capacidad de retención de agua y a la capacidad de interactuar con las proteínas séricas (Agargel, 2003). Un mayor porcentaje de carragenina permite obtener un producto con menor sinéresis lo que coincide con reportado por Álvarez, J. R. & Parraga, I. N. (2012) donde al 0,05 y 1,5 % de carragenina se obtuvieron porcentajes de sinéresis del 35,27% y 32,23 % respectivamente para yogures.

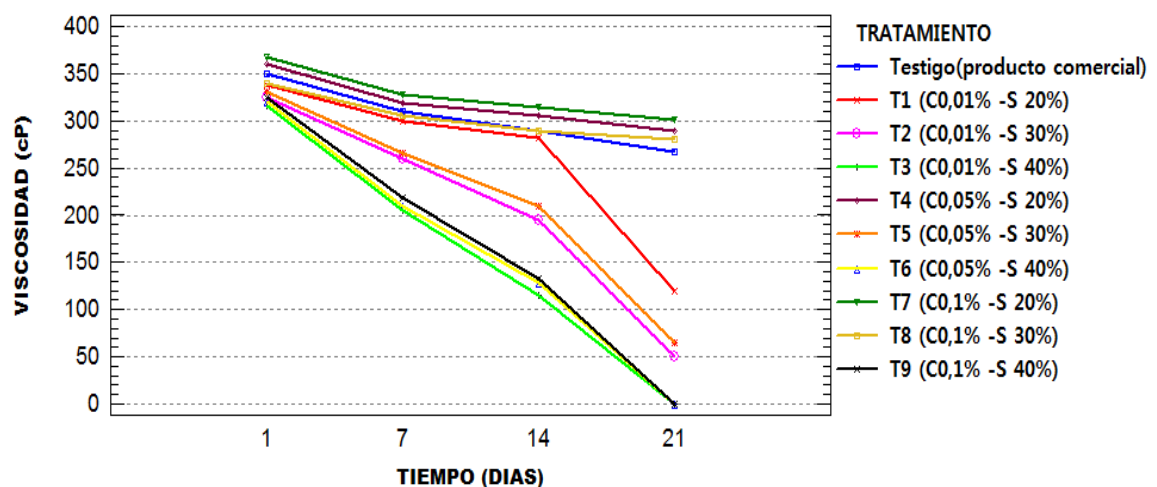
Figura 15. Presencia de Sinéresis en bebidas lácteas



Fuente: Esta investigación

6.4.4 Viscosidad

Grafico 8. Comportamiento de la viscosidad de la bebida láctea fermentada durante el almacenamiento



Fuente: Esta investigación

En la gráfica 8 se observa que la viscosidad decrece en el tiempo de almacenamiento presentando un decrecimiento más pronunciado en los tratamientos T3 (C 0,01%- S 40%), T6 (C 0,05%- S 40%) y T9 (C 0,1%- S 40%) los cuales contienen el mayor porcentaje de suero (40%). Estos tratamientos presentan una viscosidad inicial de 312,5 cP a 324,014 cP y la viscosidad final de 0 cP. T4 (C 0,05%- S 20%), T7 (C 0,1%-S 20%), T8 (C 0,01%- S 30%) y testigo (bebida láctea fermentada comercial) presentaron una viscosidad inicial en un

rango de 338,35 a 368,45 y su viscosidad final llego hasta un rango de 269,5 a 301,07 cP, en estos tratamientos la viscosidad fue mayor debido a las proporciones de suero y carragenina, a mayor porcentaje de carragenina y menor porcentaje de suero la bebida láctea fermentada presenta mejores viscosidades. En T2 (C 0,01%- S 30%), T1 (C 0,01%- S 20%) y T5 (C 0,05%- S 30%) la viscosidad final llego a valores inferiores a 120 cP y superiores a 50 Cp.

Como se observa en las gráficas 4 y 5, la viscosidad y la sinéresis son inversamente proporcionales ya que los tratamientos que en los tratamientos que presentaron menor sinéresis la viscosidad fue mayor. Según Tamime y Robinson (1985) esto se debe a que los cambios que sufren las proteínas resultan de gran importancia para la estabilidad del gel. Estas impiden o propician la separación del suero o sinéresis en el producto y por lo tanto influyen en consistencia y viscosidad del mismo.

Tabla 25. Análisis de varianza para viscosidad día 1

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	7746,77	8	968,35	28418,87	<0,0001
% CARRAG	1522,71	2	761,35	22344,10	<0,0001
% SUERO	5798,82	2	2899,41	85091,32	<0,0001
% CARRAG*% SUERO	425,25	4	106,31	3120,03	<0,0001
Error	0,61	18	0,03		
Total	7747,39	26			

(P<0,05)=significativo

Fuente: Esta investigación.

Tabla 26. Análisis de varianza para viscosidad día 21

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	415083,66	8	51885,46	1796035,08	<0,0001
% CARRAG	84954,09	2	42477,04	1470359,24	<0,0001
% SUERO	253857,10	2	126928,55	4393680,55	<0,0001
% CARRAG*% SUERO	76272,47	4	19068,12	660050,26	<0,0001
Error	0,52	18	0,03		
Total	415084,18	26			

(P<0,05)=significativo

Fuente: Esta investigación.

Según el análisis ANOVA tanto para el día 1 como para el 21 día de almacenamiento los niveles de carragenina y suero influyen en la viscosidad puesto que presentan diferencias significativas (P-valor<0,05) (ver tablas 25 y 26).

En la tabla de contrastes múltiples para el primer día de almacenamiento (ver tabla 27) se observa que no existen diferencias significativas entre los tratamientos T9 (C 0,1%- S 40%) y T2 (C 0,01%- S 30%). El tratamiento que presenta la mayor viscosidad es el T7 (C 0,1%- S 20%) (368 cP), seguido del T4 (C 0,05%- S 20%) (360,13 cP) y el testigo (350 cP). Los tratamientos que presentaron menor sinéresis fueron T3 (315 cP), seguido de T4 (C 0,05%- S 20%) (320 cP) y el testigo (325 cP). Para el día 21 los tratamientos que presentaron mayor viscosidad fueron T7 (C 0,1%- S 20%) (301,27 cP), seguido de T4 (C 0,05%- S 20%) (289,7 cP) y T8 (C 0,1%- S 30%) (280 cP) y los tratamientos T9 (C 0,1%- S 40%), T6 (C 0,05%- S 40%) y T3 (C 0,01%- S 40%) presentaron una viscosidad de cero (ver tabla 28, grafica 9).

Tabla 27. Contraste de rango múltiple Tukey para viscosidad día 1

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.	
T7	368,17	3	0,10	A
T4	360,13	3	0,10	B
T0	350,00	3	0,10	C
T8	340,13	3	0,10	D
T1	338,13	3	0,10	E
T5	330,13	3	0,10	F
T9	325,33	3	0,10	G
T2	325,20	3	0,10	G
T6	320,13	3	0,10	H
T3	315,33	3	0,10	I

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

$\alpha=0,05$

Fuente: Esta investigación.

Tabla 28. Contraste de rango múltiple Tukey para viscosidad día 21

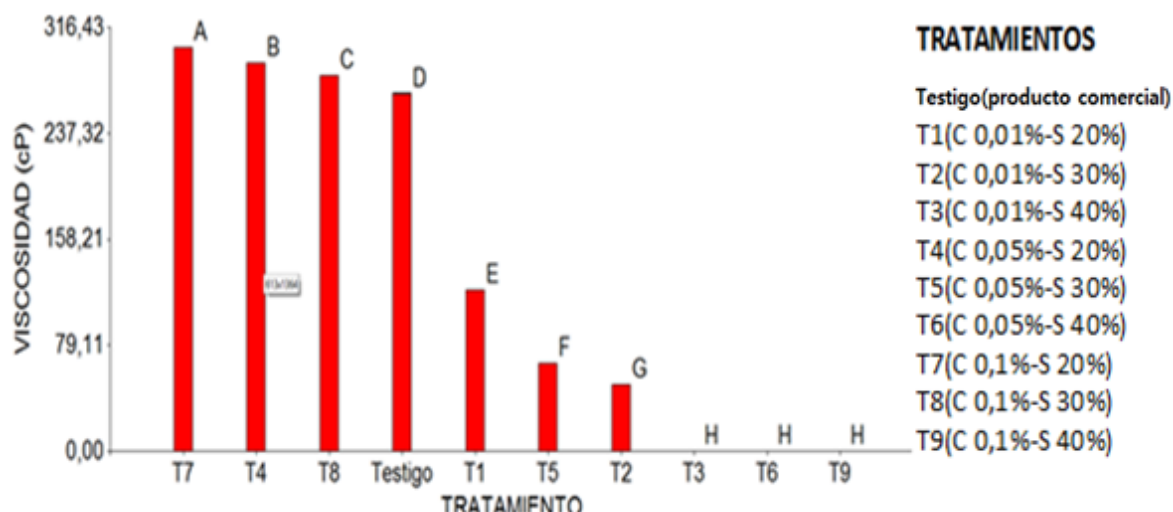
TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.	
T7	301,27	3	0,09	A
T4	289,70	3	0,09	B
T8	280,30	3	0,09	C
T0	267,00	3	0,09	D
T1	120,07	3	0,09	E
T5	65,33	3	0,09	F
T2	50,00	3	0,09	G
T3	0,00	3	0,09	H
T6	0,00	3	0,09	H
T9	0,00	3	0,09	H

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

$\alpha=0,05$

Fuente: Esta investigación.

Grafico 9. Diagrama de barras e intervalos al 95% de TUKEY HSD para viscosidad día 21



Fuente: Esta investigación.

Según las características fisicoquímicas evaluadas anteriormente y teniendo en cuenta los valores de cada una de ellas los mejores tratamientos en cuanto a acidez, pH, sinéresis y viscosidad son los tratamientos T4(C 0,05% - S 20%) T7(C 0,1% - S 20%) T8(C 0,1% - S 30%).

6.5 ANÁLISIS SENSORIAL

6.5.1 Prueba sensorial afectiva. Teniendo en cuenta las propiedades fisicoquímicas los mejores tratamientos obtenidos fueron el de 0,05% de carragenina - 20 % de suero, 0,1% de carragenina - 20 % de suero y 0,1% de carragenina - 30 % de suero. A estos se les realizó una prueba afectiva evaluando olor, sabor, viscosidad y apariencia global a los tres días de elaborada la bebida lacta fermentada.

- Análisis estadístico de la prueba sensorial afectiva

Tabla 29. Análisis de varianza para olor.

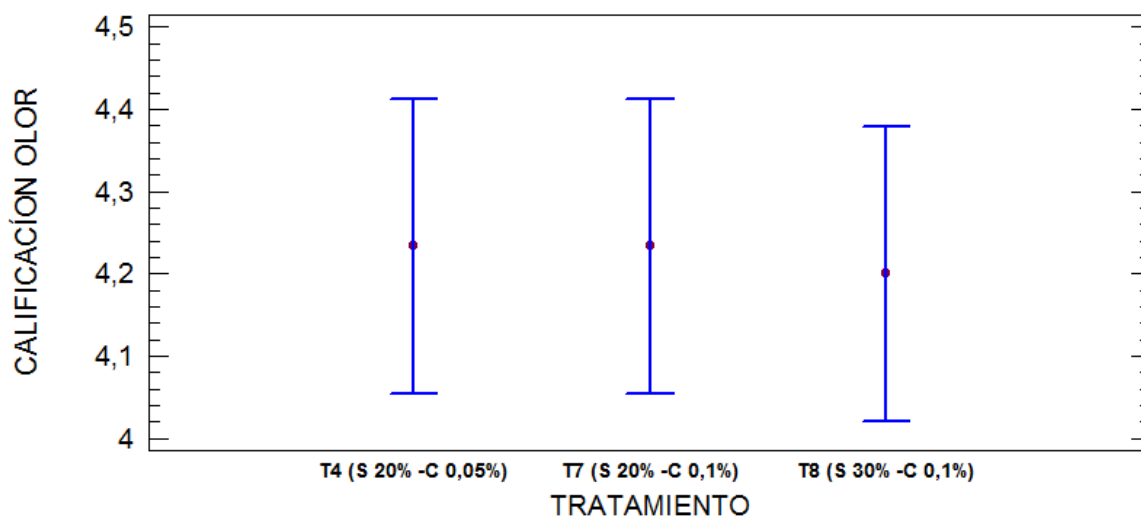
FUENTE	SUMA DE CUADRADOS	GRADOS DE LIBERTAD	CUADRADO MEDIO	RAZON-F	VALOR-P
Entre Grupos	0,0222222	2	0,0111111	0,03	0,9678
Intra grupos	29,5333	87	0,339464		
Total (Correlación.)	29,5556	89			

($P < 0,05$)=significativo

Fuente: Esta investigación.

La tabla 29 muestra que en cuanto a olor, no existen diferencias significativas (P -valor $> 0,05\%$) entre las medias de los tratamientos a un nivel de confianza del 95%. En la gráfica de medias (grafica 10) se observa solapamiento entre las líneas por lo tanto no existen diferencias significativas a un nivel de confianza del 95%. T4 (C 0,05% - S 20%) y T7 (C 0,1% - S 20%) tuvieron resultados similares con una calificación media de 4,23 (me gusta) y el tratamiento T8 (C 0,1% - S 30%) tuvo una menor calificación con un promedio de 4,2.

Grafico 10. Diagrama de medias e intervalos al 95% de TUKEY HSD para la variable olor



Fuente. Esta investigación

Tabla 30. Análisis de varianza para sabor

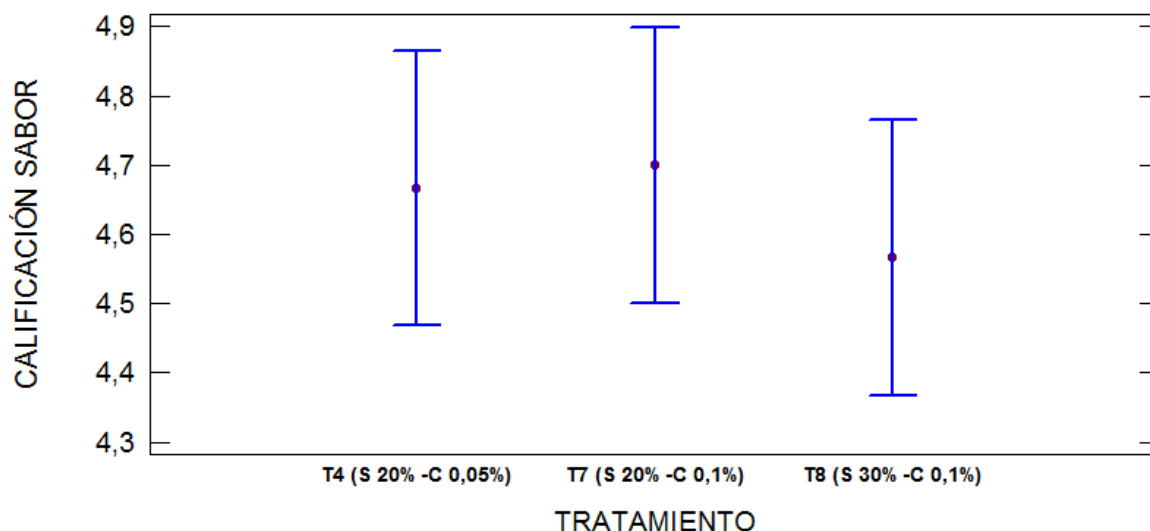
FUENTE	SUMA DE CUADRADOS	GRADOS DE LIBERTAD	CUADRADO MEDIO	RAZON-F	VALOR-P
Entre Grupos	0,288889	2	0,144444	0,35	0,7086
Intra grupos	36,3333	87	0,417625		
Total (Correlación.)	36,6222	89			

(P<0,05)=significativo

Fuente esta investigación.

La tabla 30, muestra que en cuanto a sabor no existen diferencias significativas (P-valor >0,05%) entre las medias de los tratamientos a un nivel de confianza del 95%. En la gráfica de medias (grafica 11) se observa solapamiento entre las líneas por lo tanto no existen diferencias significativas a un nivel de confianza del 95%. Sin embargo el T7 (C 0,1% - S 20%) fue el que obtuvo la mayor calificación con un promedio de 4,7 (me gusta mucho) seguida de T4 (C 0,05% - S 20%) una calificación de 4,6 T8 (C 0,1% - S 30%) tuvo la menor calificación 4,5.

Grafico 11. Diagrama de medias e intervalos al 95% de TUKEY HSD para la variable sabor



Fuente. Esta investigación

Tabla 31. Análisis de varianza para viscosidad

FUENTE	SUMA DE CUADRADOS	GRADOS DE LIBERTAD	CUADRADO MEDIO	RAZON-F	VALOR-P
Entre Grupos	4,42222	2	2,21111	3,39	0,0381
Intra grupos	56,7	87	0,651724		
Total (Correlación.)	61,1222	89			

(P<0,05)=significativo

Fuente: Esta investigación.

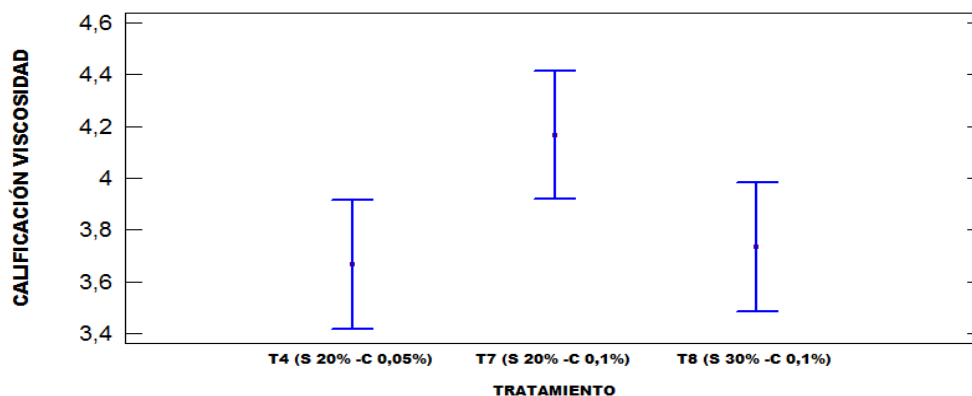
La tabla 31 muestra que en cuanto a viscosidad existen diferencias significativas (P-valor <0,05%) entre las medias de los tratamiento a un nivel de confianza del 95%. La tabla 32 muestra que T4 y T7 presentan diferencias significativas debido a la variación entre sus medias. En la gráfica 12 se observa que el T7 (C 0,1% - S 20%) tuvo una mayor calificación con un promedio de 4,1 (me gusta), seguido de T8 (C 0,1% - S 30%) una calificación de 3,7 (me gusta) T4 (C 0,05% - S 20%) presento la menor calificación 3,6.

Tabla 32. Prueba de múltiples rangos para viscosidad 95 % TUKEY HSD

TRATAMIENTO	OBSERVACIÓN	MEDIA	GRUPOS HOMOGÉNEOS
T4	30	3,66667	X
T8	30	3,73333	XX
T7	30	4,16667	X

Fuente. Esta investigación

Gráfico 12. Diagrama de medias e intervalos al 95% de TUKEY HSD para la variable viscosidad



Fuente. Esta investigación

Tabla 33. Análisis de varianza para apariencia global

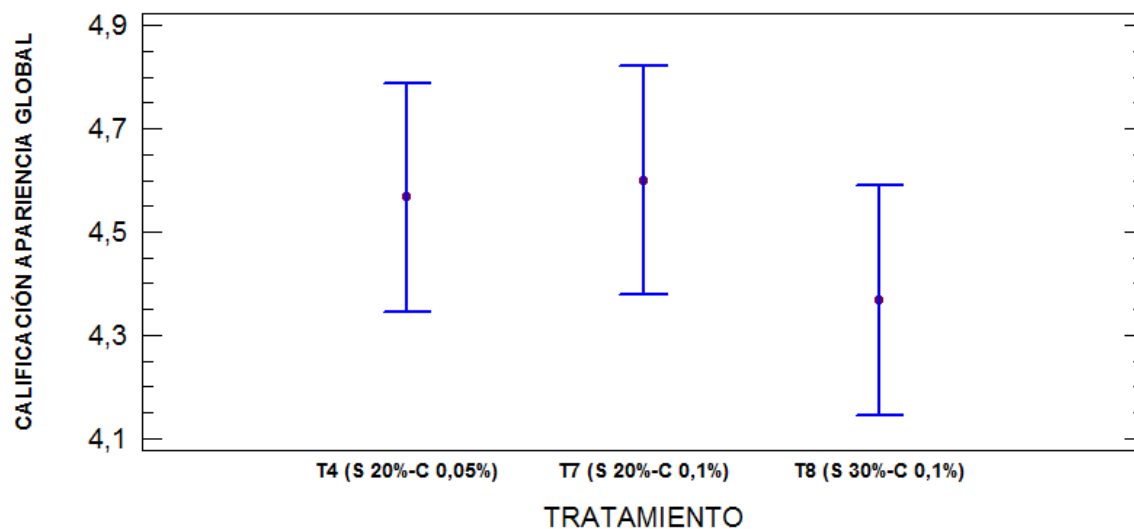
FUENTE	SUMA DE CUADRADOS	GRADOS DE LIBERTAD	CUADRADO MEDIO	RAZON-F	VALOR-P
Entre Grupos	0,955556	2	0,477778	0,91	0,4052
Intra grupos	45,5333	87	0,523372		
Total (Correlación.)	46,4889	89			

($P < 0,05$)=significativo

Fuente: Esta investigación.

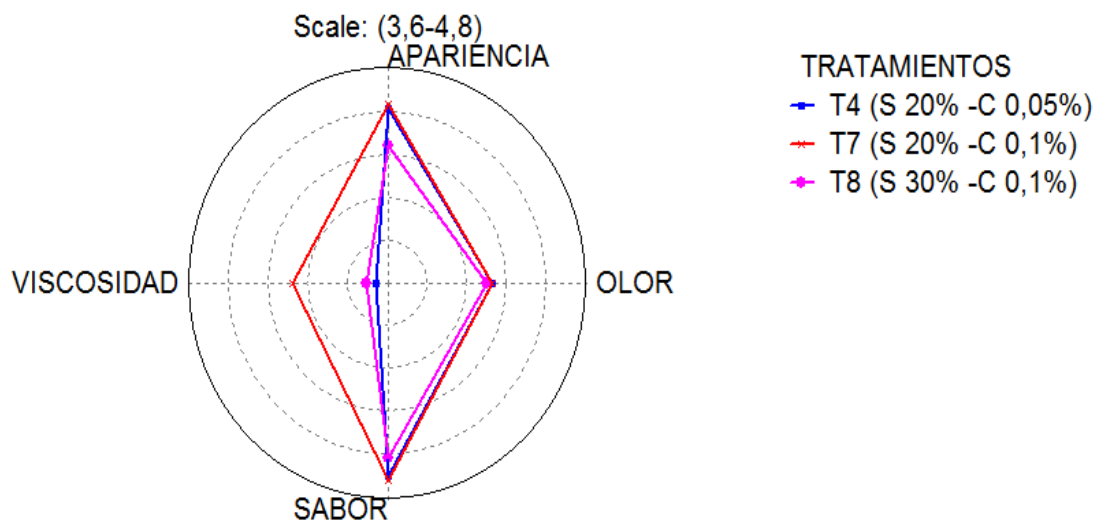
La tabla 33, muestra que en cuanto a la apariencia global no existen diferencias significativas (P -valor $> 0,05\%$) entre las medias de los tratamientos a un nivel de confianza del 95%. En la gráfica de medias (grafica 13) se observa solapamiento entre las líneas por lo tanto no existen diferencias significativas a un nivel de confianza del 95%. Se observa que el T7 (C 0,1% - S 20%) tuvo la mayor calificación con un promedio de 4,6, el T8 (C 0,1% - S 30%) tuvo la menor calificación (4,3) y el T4 (C 0,05% - S 20%) una calificación intermedia (4,5).

Grafico 13. Diagrama de medias e intervalos al 95% de TUKEY HSD para la variable apariencia global



Fuente. Esta investigación

Grafico 14. Valoración global –medias de los atributos sensoriales.



Fuente. Esta investigación

La grafica 14 muestra la valoración global de las calificaciones sensoriales de los atributos olor, sabor, viscosidad y apariencia global evaluados por los jueces. En este caso el tratamiento T7 (C 0,1% - S 20%) es el que presenta las mejores propiedades organolépticas ocupando la mayor área del radar resultado de calificaciones más altas por parte de los jueces. Este resultado coincide con el de las pruebas fisicoquímicas como consecuencias de un menor % de suero y mayor concentración de carragenina en comparación a T4 (C 0,05% - S 20%) y T8 (C 0,1% - S 30%) .

6.5.2 Prueba sensorial de preferencia con respecto a una marca comercial. El tratamiento que mejores resultados presentó en la prueba sensorial afectiva fue el que contenía 0,1 % de carragenina y 20 % de suero por lo tanto este fue el que se lo comparó con la bebida comercial.

- Análisis estadístico de la prueba sensorial afectiva. A un nivel de significancia del 5 % no hay preferencia significativa por parte de los jueces entre las dos muestras, sin embargo a un nivel de significancia del 1 % hay preferencia significativa por la bebida elaborada en esta investigación debido a que presenta un mejor sabor y mayor viscosidad que la comercial.

6.6 CARACTERIZACIÓN DE LA BEBIDA LÁCTEA FERMENTADA

La tabla 34 presenta las características microbiológicas de la bebida láctea fermentada. Los resultados obtenidos para cada característica corresponden al promedio de un análisis por triplicado (n=3)

Tabla 34. Características microbiológicas de la bebida

CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICAS	Valor Fuente: esta investigación			Valor Fuente: Resolución 2310
	DIA 1	DIA 10	DIA 21	
NMP recuento de Coliformes totales/g	28	46	87	20-93
NMP recuento de Coliformes fecales/g	<3	<3	<3	<3
Recuento de mohos y levaduras/g	159	260	374	200-500

Nota: los valores son la media de tres replicas

Fuente: Esta investigación

La bebida láctea fermentada elaborada presenta valores microbiológicos dentro del rango establecido en la resolución 2310 para yogurt, por lo tanto la bebida cumple con la normatividad y garantiza su inocuidad.

6.7 CARACTERÍSTICAS NUTRICIONALES DE LA BEBIDA

La tabla 35 presenta las características fisicoquímicas de la bebida láctea fermentada. Los resultados obtenidos para cada característica corresponden al promedio de un análisis por triplicado (n=3)

Tabla 35. Valores nutricionales de la bebida

NUTRIENTE	Valor Fuente: esta investigación	Valor Fuente: Gauche et al.	Valor Fuente: Producto comercial.
Humedad g/100g	87,97 ± 0,	89,03	No reporta
Sólidos totales g/100g	12,03 ± 0,05	10,97	No reporta
Materia grasa g/100g	2,92 ± 0,02	2,47	2,25
Proteína g/100g	3,01 ± 0,005	2,88	2,50
Calcio mg/100g	104,3 ± 0,5	No reporta	No reporta

Nota: los valores son la media de tres replicas ± DE

Fuente: Esta investigación

La bebida láctea fermentada elaborada presenta valores de humedad, sólidos totales, materia grasa, proteína similares a los reportados en la investigación de Gauche *et al.* (2009), en la cual se evaluaron muestras de yogurt con 20 % y 30% de suero de leche y transglutaminasa. Sin embargo hay que tener en cuenta que los resultados pueden variar de acuerdo a la calidad de la materia prima utilizada la cual puede afectarse por factores de origen genético, fisiológicos, patológicos y de manejo (alimentación, ordeño).

En cuanto a materia grasa y proteína los valores de esta investigación son más altos que los de la bebida comercial elaborada con lactosuero, sin embargo su diferencia puede deberse a las proporciones de suero y leche se utilizaron en la elaboración de la bebida comercial, de la cual no se tienen datos en la etiqueta.

CONCLUSIONES

Los tratamientos que presentaron las mejores propiedades fisicoquímicas a lo largo del periodo de almacenamiento fueron los que contenían 0,05% de carragenina - 20 % de suero, 0,1% de carragenina - 20 % de suero y 0,1% de carragenina - 30 % de suero. Estos fueron aceptados sensorialmente con una calificación de me gusta. Sin embargo el que obtuvo mayor calificación en cuanto a atributos de viscosidad, apariencia global y sabor fue el que contenía 20% de suero con el 0.1% de carragenina. Por lo tanto al variar los porcentajes de lactosuero y estabilizante se pueden obtener bebidas lácteas fermentadas más económicas con características fisicoquímicas y sensoriales similares a las de un yogurt comercial.

Durante el tiempo de almacenamiento los tratamientos presentaron valores de acidez y pH similares a los de un yogurt. La mayor acidez al día 21 fue de 0,95% de ácido láctico, en cuanto a pH el mayor valor fue de 4,23.

La sinéresis incrementó conforme al tiempo de almacenamiento para el primer día se encontraron valores en un rango de 21,12 a 33,4 % .Sin embargo a los 21 días se observó separación de fases en los tratamientos T9 (C0, 1%- S40%), T3 (C0, 01%- S40%) y T6 (C0, 05%- S40%). El tratamiento que presentó un menor porcentaje de sinéresis fue T7 (0,1% de carragenina y 20 % de suero) con un valor del 39%.

La viscosidad presentó un comportamiento inversamente proporcional a la sinéresis por lo tanto en este caso T7 (0,1% de carragenina y 20 % de suero) fue el más viscoso, su valor fue de 301 cP. Para los tratamientos que presentaron sinéresis, el viscosímetro arrojó valores de cero cP.

Desde el punto de vista sensorial la bebida elaborada en esta investigación presento mejores resultados que la comercial debido a que presentaba mejor sabor y viscosidad lo cual puede ser atribuida al uso de carragenina que además de actuar como estabilizante mejora el sabor.

RECOMENDACIONES

Realizar un seguimiento del comportamiento de las bacterias ácido lácticas durante el tiempo de vida útil a través de pruebas de cinética de fermentación.

Evaluar una vida útil más prolongada con la adición de un conservante.

Evaluar bebidas con otras cantidades de suero, carragenina y porcentajes de grasa.

Evaluar bebidas con suero probando combinaciones de diferentes estabilizantes.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AIDER, M.; HALLEUX, D. y MELNIKOVA, I. Skim acidic milk whey cryoconcentration and assessment of its functional properties: Impact of processing conditions. Innovative Food Science and Emerging Technologies [Online]. 2009. Vol 10 3: 334-341[Citado el 20 de Mayo de 2013]

ALAIS, C. La ciencia de la Leche. Principios de técnica lechera. México: Editorial CECSA., 1970.

ALARCÓN, Y. Evaluación del Uso de Carrageninas en Bebidas Lácteas Fermentadas. Tesis de Grado Licenciado en ingeniería de alimentos. Valdivia, Chile.: Universidad Austral de Chile. Facultad de Ciencias Agrarias. Escuela de Ingeniería de Alimentos. 2003. 120 p.

ALPINA. Pulverización de suero en la disminución de carga orgánica residual. [En línea]. Colombia. 2009. [Citado el 12 de Mayo]. Disponible en internet: http://www.cecodes.org.co/descargas/casos_sostenibilidad/casosind/alpina1final.pdf

ALVAREZ, J.R. & PARRAGA, I.N. Tipos de probióticos y concentraciones de estabilizante en el proceso de un bio-yogurt ESPAM MFL. Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López. (Tesis).Calceta. 2012.140 p.

ANZALDÚA M. La evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y la práctica. Zaragoza, España: Acribia, S. A, 1994. 520 p.

ARTEAGA, M; MOLINA, L; PINTO, M. & BRITO, C. Caracterización de queso Chanco enriquecido con suero lácteo en polvo. Rev Chil Nutr. [Online]. 2009, Vol. 36, 1:53-62. [Citado el 20 de Mayo de 2013]

BENÍTEZ, R.; IBARZ, A. & PAGAN, J. Hidrolizados de proteína: procesos y aplicaciones. Acta Bioquímica Clínica Latinoamericana. [Online]. 2008. Vol 42. 2: 227-36. [Citado el 30 de mayo de 2013].

BOENEKE CA, ARYANA K.J. Effect of folie acid fortification on the characteristics of lemon yogurt. Food Sci Technol, 41: 1335-1343, 2008.

CÁRDENAS, A. ALVITES, H., VALLADARES G., OBREGÓN, J. & VASQUES V. Optimización mediante diseño de mezclas de sinéresis y textura sensorial de yogurt natural batido utilizando tres tipos de hidrocoloides. agroindustrial science, 2013, Vol. 3.

CASTILLO, M. *et al.* Tecnología de aprovechamiento de lactosuero. Revista española de lechería. [Online]. 1996. Vol 74. 24-30. [Citado el 30 de mayo de 2013]

CODEX Alimentarius. Norma del Codex Stan 243-2003 para leches fermentadas. Roma, Italia. 2010. p. 1.

CODEX Alimentarius. Norma del Codex Stan 243-2003 para leches fermentadas. Roma, Italia. 2010. p. 2.

COLOMBIA. DEPARTAMENTO NACIONAL DE PLANEACIÓN. CONPES 3676, Consolidación de la política sanitaria y de inocuidad para las cadenas láctea y cárnica. Bogotá D. C. 2010. 84 p.

COLOMBIA. GOBERNACIÓN DE NARIÑO. Plan de Desarrollo Departamental “Nariño Mejor” 2012-2015. San Juan de Pasto. 2012. 296 p.

CORRALES, L. & SEPULVEDA, J. La leche su procesamiento y su control. En: Colombia 2005. Ed: centro de publicaciones universidad nacional de Colombia ISBN 958-8526 -1 v. 1 p. 324.

EL PORTAL LECHERO. Se incrementará la producción mundial de quesos. [En línea]. Uruguay. 2011. [Citado el 15 de Mayo de 2013]. Disponible en internet: http://www.portalechero.com/innovaportal/v/244/1/innova.front/se_incrementara_la_produccion_mundial_de_quesos.html

EL ZAHAR, K.; SITONY, M.; CHOISET, & METRO, F. Peptic hidrolisis of ovine-lactoglobulin. Exceptional susceptibility of native ovine – lactoglobulin to

pepsinilysis. Int. Cairry J. [Online]. 2005. Vol 15 17-27. [Citado el 21 de mayo de 2013]

ENDARA, F.A. Elaboración de una bebida a partir del suero de queso y leche descremada con sabor a mango. 2002, p.25.

FAO. CODEX Alimentarius. General Standard for Food Additives. Roma, Italia. 1995. 287 p.

------. Normas del Codex para leches fermentadas. Roma, Italia. 2010. 11 p.

FERNANDES, M. *et al.* Production and characterization of xantham gum by *Xanthomonas campestris* using cheese whey as sole carbon source. Journal of Food Engineering [Online]. 2009. Vol 90. 1: 119-123. [Citado el 20 de Mayo de 2013]

FENNEMA, O. Química de los alimentos. Editorial Acribia.S.A. Zaragoza, España. 1996. 78 p.

GAUCHE, C., TOMAZI, T., BARRETO, P.L., OGLIARI, P.J., BORDIGNON, L. Physycal properties of yoghurt manufactured with milk whey and trasglutaminase. Food science and technology, 42 239-243. 2009

GODED, A. Industrias derivadas de la leche. Barcelona, España: Editorial Salvat S.A. 2000. 745 p.

HOIST, A. y HAIKEN, S. Epidemiology and prevention of cow's milk allergy. Allergy [Online]. 1998. Vol 53. 46:111-113. [Citado el 24 de mayo de 2013]

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN. NTC 805. Productos lacteos. Leches fermentadas. Bogotá D. C. 2005.

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN. NTC 4978. Leche y productos lácteos. Determinación de la acidez titulable (método de referencia). Bogotá D. C. 2001.

LONDOÑO, M. URIEL, J. HERNANDEZ, A. & PARRA, J. Bebida fermentada de suero de queso fresco inoculada con *Lactobacillus casei*. Rev.Fac.Nal.Agr.Medellín. [Online]. 2010. Vol., 61 1:4409-4421 [Citado el 28 de Marzo de 2013]

MENA, W. Formulación y elaboración de dos bebidas refrescantes con base en suero dulce de queso fresco y sabores de frutas. Tesis de Grado Ingeniero Agrónomo. Escuela Agrícola Panamericana. Zamorano, Honduras.. 2002. 43 p.

MAHAUT, M. Productos Lácteos Industriales. Zaragoza, España: Editorial Acribia, S.A. 2004.

MARTÍNEZ, S. & SPECKMAN, R. α -Galactosidase Treatment of Frozen Dairy Product Mixes Containing Whey. Journal of dairy science. [Online]. 1988. Vol., 71. 4:893-900. [Citado el 18 de Marzo de 2013]

MIRANDA, O., FONSECA, P. L., PONCE, I., CEDEÑO, C., SAM., L., & MARTÍ, L. Elaboración de una bebida fermentada a partir del suero de leche que incorpora *Lactobacillus acidophilus* y *Streptococcus thermophilus*. Revista Cubana de Alimentación y Nutrición. 2014. Vol 24:1, 7-16.

MIRANDA, O., FONSECA, P.L., PONCE, I., CEDEÑO, C., SAM., L., & MARTÍ, L. Elaboración de una bebida fermentada a partir del suero de queso . Características distintivas y control de calidad . Revista Cubana de Alimentación y Nutrición .2007. Vol 17:2, 103–108.

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN. NTC 399. Productos lácteos. Leche cruda. Bogotá D. C. 2002.

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN. NTC 805. Productos lácteos. Leches fermentadas. Bogotá D. C. 2005.

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN. NTC 4978. Leche y productos lácteos. Determinación de la acidez titulable (método de referencia). Bogotá D. C. 2001.

ORTIZ, V. Estudio de parámetros fisicoquímicos en el control de vida de anaquel de yogurt. Universidad Autónoma Metropolitana. México. 1997.

PASCUAL, A., y CALDERON, V. Microbiología Alimentaria: Metodología Analítica para Alimentos y Bebidas. [ed.] Ediciones Díaz de Santos. s.l. : Ilustrada, 1999.p.464

PASTUÑA, G., “Comparación de las Gomas Xantana y Carragenina en las Propiedades Reologicas de una Bebida con Lactosuero.” Tesis de grado ingeniería de alimentos. Ecuador. 2012. p.115

PEIRIS M. G. C., TENNAKONE K. Simple method for determination of the viscosity of a liquid. Am. J. Phys. 48 (6) 1997, pp- 497-498

PEÑAS, E. *et al.* Effect of combined high pressure and enzymatic treatments on the hidrolisis and immunoreactivity of dairy whey prot. Int Dairy J. [Online]. 2006. Vol 16, 831- 839. [Citado el 10 de mayo de 2013]

PESCUMMA, M. *et al.* Whey fermentation by thermophilic lactic acid bacteria: Evolution of carbohydrates and protein content. Food Microbiol [Online]. 2008. Vol 25. 3: 442–45. [Citado el 15 de Abril de 2013]

POSADA, K. Empleo de lactosuero y sus componentes en la elaboración de postres y productos de confitería. En: Food New. Chile. 2013. [Citado el 20 de Mayo de 2013]. Disponible en internet: <http://reciteianews.blogspot.com/>

PORTO, S. Carragenina. [En línea]. Sao Paulo, Brasil. 2003. [Citado el 1 Junio de 2013]. Disponible en internet: <http://www.agargel.com.br/carragenina.html>

QUINTANA, F. Suero lácteo. [En línea]. Pasto. 2011. [Citado el 15 de Mayo de 2013]. Disponible en internet: http://datateca.unad.edu.co/contenidos/211613/Modulo_zip/leccin_35_suero_lcteo.html.

REPÚBLICA DE COLOMBIA. MINISTERIO DE SALUD. Resolución 2310 referente a procesamiento, composición, requisitos, transporte y comercialización de los Derivados Lácteos. Bogotá D. C. 1986.

ROBERTS, M. y QUEMENER, B. Measurement of carrageenans in food: challenges, progress, and trends in analysis. Trends in Food Science and Technology. [Online]. 1999. Vol 10. 169-181. [Citado el 18 de Abril de 2013]

RODRÍGUEZ, E., SANDOVAL, A. & AYALA, A. Hidrocoloides naturales de origen vegetal. 2003.*Tecnura*, II(13), pp.4–13.

RODRIGUEZ, O., PEREA, J., CORTADA, A., PADRON, I., FERNANDEZ, M. & NUÑEZ M. Evaluación del Comportamiento de Cepas Prebióticas en suero dulce de quesería. Ciencia y tecnología de alimentos vol.2, 21, 1, 2011.

ROMERO, R. Y MESTRES, J. Productos lácteos. Tecnología. Univ. Politèc. de Catalunya, 2004.230 p.

SCHMIDT, R.; SISTRUNK, C.; COMELL, J. Heat treatment and storage effects on texture characteristics of milk and yogurt systems fortified with oilseeds proteins. Journal of Food Science.1980.Vol., 45.3: 471.

SBODIO, O.; TERCERO, Z. y RIVELLI, G. Tratamiento Térmico de leche: Influencia del pH y CaCl_2 en la Elaboración de Queso Cuartirolo. Información Tecnológica. [Online]. 2010. Vol 21. 5:107- 116. [Citado el 30 de Abril de 2013]

TAMINE. A. & ROBINSON, R. Yoghurt : Science y tecnología. Pergamon Press. Gran Bretaña.1985.430 p.

UNIVERSIDAD DE NARIÑO. Laboratorio microbiológico de alimentos. Laboratorios especializados. Pasto, Colombia. 2013.

VEGA, G.S. Elaboración y control de calidad de una bebida a base de suero de leche y avena (Avena sativa) para Producoop el "Salinerito".Escuela Superior del Chimborazo-Escuela de Bioquímica y Farmacia.Riobamba – Ecuador. 2012.

VELEZ, J.F., & RIVAS, A.H. Propiedades y características del yogurt. *Información Tecnológica*. 2001. Vol.,12.6: 41.

WALZEM, R., DILLARD, C., & GERMAN, J. Whey components :Millennia of evolution create functionalities for mammalian nutrition; what we know and what we may be overlooking. *Crit Rev Food sci*. 2002. Vol., 42.3:353.

WASTRA, Ciencia de la leche y tecnología de los productos lácteos, Ed. Acribia, Zaragoza, 2009.

XANTHOPOULOS, V., PEDRITIS, N., & TZANETAKIS N. Characterization and classification of *Streptococcus thermophilus* and *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *Bulgaricus* strains isolated from traditional greek yogures. *J. Food Sci*. 2001. Vol., 66. 5:747-752.

YOSHIOKA, V., PENA, E., PINERES, J., & CANO, C. Caracterización de la cadena láctea en el departamento de Nariño. Proyecto: "bases para el desarrollo social y competitivo de la cadena láctea en el departamento de Nariño. Cali, Colombia. Pontificia Universidad Javeriana. Centro de investigaciones en economía y competitividad internacional. 2003. 153 p.

ANEXOS

Anexo A. Formato evaluación sensorial. Prueba Afectiva.

EVALUACIÓN SENSORIAL DE UNA BEBIDA LÁCTEA FERMENTADA

Nombre: _____ Fecha: _____

Frente a usted hay tres muestras de bebida láctea indique según la escala, su opinión sobre ellas en cuanto a **OLOR**.

Marque con una **X** el renglón que corresponda a la calificación para cada muestra.

ESCALA	173	429	322
Me gusta mucho			
Me gusta			
Me es indiferente			
Me disgusta			
Me disgusta mucho			

COMENTARIOS: _____

GRACIAS

EVALUACIÓN SENSORIAL DE UNA BEBIDA LÁCTEA FERMENTADA

Nombre: _____ Fecha: _____

Frente a usted hay tres muestras de bebida láctea indique según la escala, su opinión sobre ellas en cuanto a **VISCOSIDAD**.

Marque con una **X** el renglón que corresponda a la calificación para cada muestra.

ESCALA	173	429	322
Me gusta mucho			
Me gusta			
Me es indiferente			
Me disgusta			
Me disgusta mucho			

COMENTARIOS: _____

GRACIAS

EVALUACIÓN SENSORIAL DE UNA BEBIDA LÁCTEA FERMENTADA

Nombre: _____ Fecha: _____

Frente a usted hay tres muestras de bebida láctea pruébelas e indique según la escala, su opinión sobre ellas en cuanto a **SABOR**.

Marque con una **X** el renglón que corresponda a la calificación para cada muestra.

ESCALA	173	429	322
Me gusta mucho			
Me gusta			
Me es indiferente			
Me disgusta			
Me disgusta mucho			

COMENTARIOS: _____

GRACIAS

EVALUACIÓN SENSORIAL DE UNA BEBIDA LÁCTEA FERMENTADA

Nombre: _____ Fecha: _____

Frente a usted hay tres muestras de bebida láctea indique según la escala, su opinión sobre ellas.

Marque con una **X** el renglón que corresponda a la calificación para cada muestra.

ESCALA	173	429	322
Me gusta mucho			
Me gusta			
Me es indiferente			
Me disgusta			
Me disgusta mucho			

COMENTARIOS: _____

GRACIAS

Anexo B. Formato evaluación sensorial. Prueba de preferencia

EVALUACIÓN SENSORIAL DE UNA BEBIDA LÁCTEA FERMENTADA			
Nombre: _____		Fecha: _____	
Frente a usted hay dos muestras de bebida láctea pruébelas y marque con una X la que usted prefiere.			
☐	524	173	☐
COMENTARIOS: _____			

GRACIAS			

**Anexo C. Tabla de significancia para prueba de dos muestras, Anzaldúa –
Morales, (1994)**

APENDICE II

TABLA DE SIGNIFICANCIA PARA PRUEBAS DE DOS MUESTRAS

NUMERO DE JUICIOS	PRUEBAS DE «DOS COLAS»*			PRUEBAS DE «UNA COLA»**		
	Nivel de probabilidad			Nivel de probabilidad		
	5%	1%	0,1%	5%	1%	0,1%
5	—	—	—	5	—	—
6	—	—	—	6	—	—
7	—	—	—	7	7	—
8	8	8	—	7	8	—
9	8	9	—	8	9	—
10	9	10	—	9	10	10
11	10	11	11	9	10	11
12	10	11	12	10	11	12
13	11	12	13	10	12	13
14	12	13	14	11	12	13
15	12	13	14	12	13	14
16	13	14	15	12	14	15
17	13	15	16	13	14	16
18	14	15	17	13	15	16
19	15	16	17	14	15	17
20	15	17	18	15	16	18
21	16	17	19	15	17	18
22	17	18	19	16	17	19
23	17	19	20	16	18	20
24	18	19	21	17	19	20
25	18	20	21	18	19	21
26	19	20	22	18	20	22
27	20	21	23	19	20	22
28	20	22	23	19	21	23
29	21	22	24	20	22	24
30	21	23	25	20	22	24

(continúa)