

**EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO Y DE LAS CARACTERÍSTICAS DE
CALIDAD DEL QUESILLO MEDIANTE EL EMPLEO DE CEPAS DE
CULTIVOS MIXTOS LÁCTICOS**

Por:

**ALMARIO THERAN JORGE EMILIO
PÉREZ OVIEDO JESÚS DAVID**

**UNIVERSIDAD DE SUCRE
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL
SINCELEJO
2009**

**EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO Y DE LAS CARACTERISTICAS DE
CALIDAD DEL QUESILLO MEDIANTE EL EMPLEO DE CEPAS DE
CULTIVOS MIXTOS LÁCTICOS**

Por:

**ALMARIO THERAN JORGE EMILIO
PÉREZ OVIEDO JESÚS DAVID**

Director:

**JOSÉ GABRIEL SERPA FAJARDO
Ingeniero en producción agroindustrial**

Línea de Investigación.

**CONSERVACION, TRANSFORMACION Y COMERCIALIZACION DE LAS
MATERIAS PRIMAS DE ORIGEN ANIMAL**

**UNIVERSIDAD DE SUCRE
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL
SINCELEJO**

2009

“Únicamente los autores son responsables de las ideas
expuestas en el presente trabajo”

DEDICATORIA

A Dios padre todo poderoso por darme la fuerza y el conocimiento para poder alcanzar un logro muy significativo en mi formación personal.

A mis padres Mariela Terán julio y Jorge Luis Almario Ordoñez por su incansable apoyo.

A mis hermanos Oscar, Roseline y Yuris.

A al resto de mi familia por que de una u otra forma también me apoyaron en todo, en especial a mi tía marea Bernarda Ordóñez a quien le debo el iniciarme en esta carrera.

(Jorge Emilio)

A Jehová Dios y su hijo Jesucristo por darme la sabiduría por terminar esta etapa de mi vida,, a mis padres Edith y Atilano por brindarme los medios para terminar mis estudios,, a mis hermanos Adriana y José por compartir muchas alegrías y tristezas durante estos años,.

A la familia Acosta Martínez por brindarme un hombre y una mano amiga en todas las situaciones que lo requirieron.

(Jesús David)

AGRADECIMIENTOS

COLQUESOS S.A, por facilitar las instalaciones para llevar a cabo todo el proceso y todos los objetivos fijados.

JUDY FERRER, Por darnos la oportunidad de poner en práctica y adquirir nuevos conocimientos para nuestra madurez y formación profesional.

MELBA BERTEL, por su valiosa colaboración y orientación en la realización de los análisis estadísticos

JUSTO GAMBOA, profesor de estadística de la universidad de sucre, por su orientación en cuanto análisis estadísticos

JOSE GABRIEL SERPA FAJARDO, ingeniero en producción agroindustrial, y profesor de la universidad de sucre a quien le agradecemos por las asesorías y por colaborarnos como director.

RENE ROJAS y MARIO SUAREZ, por el aporte de sus conocimientos a la realización de este proyecto a si como su apoyo y su amistad en los momentos difíciles.

CARMEN SALGADO Y MARIA INES NUÑEZ, por su colaboración desinteresada en la estructuración del trabajo.

JAIRO SALCEDO Ingeniero químico y profesor de la universidad de sucre. A quien le agradecemos inmensamente por su valiosa orientación en los análisis respectivos

NOTA DE ACEPTACION

Jurado

Jurado

Jurado

Sincelejo, Marzo 2009

RESUMEN

La leche es una de las materias primas más abundantes en la zona sucreña, la cual es utilizada para la elaboración de muchos productos, entre ellos el queso, quien trae consigo grandes cantidades, de lactosuero, que si bien no es tratado de una forma adecuada puede convertirse en un medio contaminante por su alto contenido de oxígeno. Debido a esto la investigación se desarrollo con el objetivo de evaluar el efecto del empleo de cultivos mixtos conformados por *Streptococcus Thermophilus* con *Lactobacillus bulgaricus* y *Streptococcus Thermophilus* con *Lactobacillus helveticus* como medio acidulante en la elaboración del queso a partir del lactosuero pasteurizado y lactosuero desproteinizado subproducto del requesón, sobre las características de humedad, rendimiento, hilado, braunny, grasa, calidad microbiológica y sensorial del queso. Para esto se activaron dos muestras de cada cultivo y se inocularon respectivamente en 3,3 Litros de los medios antes mencionados de a fin de obtener 4 tratamientos a los cuales se les realizo 4 repeticiones a cada uno, seguidos siempre de un queso control. Los resultados obtenidos demostraron que para un análisis de varianza en una $P > 0.05$ no existieron diferencias significativas en cuanto a humedad, rendimiento, hilado y contenido grasa. Con lo que se refiere al comportamiento de los cultivos en los sueros el análisis de varianza arrojó diferencias altamente significativas en cuanto a la producción de ácido láctico al mismo nivel de significancia, obteniendo el cultivo *Streptococcus Thermophilus* con *Lactobacillus Helveticus*, una mayor producción de acidez en ambos medios al igual que una disminución de la caramelización en los quesos. Por otro lado el análisis microbiológico mantuvo un recuento de coliformes totales, hongos y levaduras < 10 UFC/g y finalmente el queso elaborado con la inoculación de *Streptococcus Thermophilus* y *Lactobacillus bulgaricus* en el suero desproteinizado, logró una menor aceptación sobre el gusto de los panelistas.

ABSTRAC

Milk is one of the most abundant raw material in Sucre's land, which is used for the elaboration of many products, among the cheese, who has a subproduct in big quantities, like lactowhey, which a trace way it cans become in a contaminant medium because its high oxygen content. Despite to above this investigation was developed with the objective of evaluate the effect of the use of mix culture maked of *streptococcus thermophilus* with *lactobacillus bulgaricus*, and *streptococcus thermophilus* with *lactobacillus helveticus* like acidulous medium in the pasteurized lactowhey and desproteinized lactowhey subproduct of requeson on the characteristics of moist, spinning, brawny, fat, microbiological and sensorial quality of quesillo. For this, were activated the inoculated cultures each one in 3.3 lt. of pasteurized lactowhey and desproteinized lactowhey for a total of 4 treatment which were realized 4 repeats, follow always of one control. The obtained results showed that for a varianza analysis with $p>0.05$ not existed significant difference account moist, performance, spinning, and fat content. getting the culture with *Streptococcus thermophilus* *Lactobacillus. Helveticus* increased acid production in both media as well as a decrease in the quesillo caramelization. On the other hand had a microbiological analysis of the total coliform count, yeasts and molds <10 CFU / g and finally the cheese inoculated with *Streptococcus thermophilus* and *Lactobacillus bulgaricus* in whey deproteinized, achieving a lower acceptance of the taste panelists.

TABLA DE CONTENIDO.

RESUMEN.	7
ABSTRACT	8
INTRODUCCION	19
1. OBJETIVOS	21
1.1 OBJETIVOS GENERAL	21
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	21
2. ESTADO DEL ARTE.	22
2.1 ANTECEDENTES DE LA PRODUCCIÓN DE QUESO	22
3. MARCO TEORICO	25
3.1 CARACTERÍSTICAS Y DEFINICIÓN DE LA LECHE	25
3.2 COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA LECHE	26
3.2.1 Proteínas de la Leche	26
3.2.2 Grasa de la Leche	26
3.2.3 Carbohidratos	27
3.2.4 Minerales	28
3.2.5 Vitaminas	28
3.3 EL QUESO	28
3.3.1 Definiciones	28
3.3.2 Clasificación de los Quesos	29
3.3.3 Rendimiento Quesero	32
3.4 QUESILLO	32
3.4.1 Definición y Características del Quesillo	32
3.4.2 Composición Química del Quesillo	33
3.4.3 Proceso para la Elaboración de Quesillo	34
3.4.3.1 Inicio del Proceso	34

3.4.4 Rendimiento	38
3.4.5 Defectos del Quesillo	38
3.4.6 Calidad del Quesillo	39
3.5 GENERALIDADES DEL LACTOSUERO	40
3.5.1 Proteínas del Lactosuero	42
3.5.2 Otras Proteínas del Lactosuero.	45
3.6 APLICACIONNES Y PRODUCTOS ACTUALES DEL LACTO SUERO	46
3.7 DEFINICION Y GENERALIDADES DE LOS CULTIVOS LACTICOS	46
3.7.1 Cultivos Lácticos en la Industria Alimentaría	48
4. MARCO LEGAL	51
5. METODOLOGIA.	52
5.1 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO FERMENTATIVO Y DEL QUESILLO.	53
5.1.1 Preparación de los Cultivos	53
5.2 CARACTERIZACIÓN DE LA LECHE DE VACA EMPLEADA	54
5.3 ELABORACIÓN DEL QUESILLO	55
5.4 FASES DE LA INVESTIGACIÓN	57
5.4.1 Fase 1: Análisis de la Acidificación del Suero	57
5.4.1.1 Análisis de la Acidificación de los Sueros	57
5.4.2 Fase 2: Análisis del Rendimiento	57
5.4.2.1 Análisis del Rendimiento	57
5.4.3 Fase 3 Análisis de las Características De Calidad (Microbiológicas y Fisicoquímicas)	58
5.4.3.1 Características Microbiológicas	58
5.4.3.2 Características Fisicoquímicas	58
5.4.3.3 Análisis del Braunny	59
5.4.4: Análisis Organoléptico de los Quesillos	59
6. RESULTADOS.	60
6.1 CARACTERIZACIÓN DE LA MATERIA PRIMA	62
6.2 VARIABLES MEDIDAS DURANTE EL PROCESO QUESILLOS.	62
6.3 RESULTADOS DE RENDIMIENTO	64

6.4 RESULTADOS MICROBIOLÓGICOS	64
6.5 RESULTADOS DE LAS CARACTERÍSTICAS FISICOQUÍMICAS DE LOS QUESILLOS	65
6.5.1 Resultados de humedad	65
6.5.2 Resultados de grasa	65
6.5.3 Resultados de hilado	65
6.5.4 Resultados pruebas sensoriales	67
7. ANALISIS DE RESULTADOS	68
7.1 ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO DE LOS CULTIVOS EN LA ACIDIFICACIÓN DE LOS SUEROS	68
7.2 RENDIMIENTO	70
7.3ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO	71
7.4 HUMEDAD.	73
7.5 GRASA	73
7.6 HILADO	74
7.7 BRAUNNY	76
7.8 ANÁLISIS SENSORIAL	77
8. CONCLUSIONES	78
9. RECOMENDACIONES	79
10. BIBLIOGRAFÍA	80

LISTA DE TABLA

Tabla. 1: Composición de la Leche de Varias Especies de Mamíferos.	25
Tabla. 2: Composición Química de la Leche	26
Tabla. 3: Clasificación de los Quesos Según Humedad en el Queso Desgrasado.	30
Tabla. 4: Clasificación de los Quesos Según Materia Grasa en la Materia Seca.	30
Tabla. 5: Clasificación de los Principales Quesos Colombianos.	31
Tabla. 6: Composición Química del Quesillo.	33
Tabla. 7: Composición Química de Algunos Sueros Fluidos y en Polvo.	41
Tabla. 8: Bacterias mas Comunes en la Industria Láctea	49
Tabla. 9: Utilización de Bacterias Termóphilas en Derivados Lácteos	49
Tabla.10: Cultivos Indicadores, Proporción de Fermentos Adicionados, Temperaturas de Inoculación Utilizadas en la Elaboración de Algunos Quesos	50
Tabla.11: Características Físicas de la Materia Prima (Leche de Vaca).	62
Tabla.12: Obtención de las Variables en la Primera Repetición	62
Tabla.13: Obtención de las Variables en la Segunda Repetición	63

Tabla.14: Obtención de las variables en la tercera repetición	63
Tabla 15 Obtención de las Variables en la Cuarta Repetición	63
Tabla.16: Rendimiento Promedio de Cada Tratamiento	64
Tabla.17: Recuento de Coliformes Totales	64
Tabla.18; Contenido de Hongos y Levaduras.	64
Tabla.19: Porcentaje de Humedad Expresada en Base a Queso Entero	65
Tabla.20: Porcentaje de Grasa Expresada en Base a Queso Entero	65
Tabla. 21: Características de Hilado de los Quesillos Expresados en Cm de Longitud.	65

LISTA DE GRAFICOS

Figura.1 Diagrama de Flujo del Proceso de Elaboración del Quesillo	37
Figura. 2: Acidificación del Lactosuero entero por la Inoculación De <i>Streptococcus Thermophilus</i> y <i>Lactobacillus Bulgaricus</i>	60
Figura.3: Acidificación del Lactosuero entero por la Inoculación De <i>Streptococcus Thermophilus</i> y <i>Lactobacillus Helveticus</i>	60
Figura.4: Acidificación del Lactosuero Desproteínizado por la Inoculación De <i>Streptococcus Thermophilus</i> y <i>Lactobacillus Bulgaricus</i>	61
Figura. 5: Acidificación del Lactosuero Desproteínizado por la Inoculación De <i>Streptococcus Thermophilus</i> y <i>Lactobacillus Helveticus</i>	61
Figuras. 6: Imágenes del Análisis de Braunny	66

LISTA DE ANEXOS

Anexo. A Análisis de Varianza Para Acidez - Suma de Cuadrados Tipo III	85
Anexo A1: Tabla de Medias por Mínimos Cuadrados para ACIDEZ con intervalos de confianza del 95,0%	85
Anexo A2: Pruebas de Múltiple Rangos Para Acidez por Tratamiento	86
Anexo A2, 1: Método: 95,0 Porcentajes Duncan	86
Anexo A3: Pruebas de Múltiple Rangos Para Acidez por Tiempo	86
Anexo A3,1: Método: 95,0 Porcentajes Duncan para Encontrar Diferencias entre los Intervalos de Tiempo	86
Anexo: B. Gráfica del Análisis Descritivo que mide la Variabilidad de las Respuestas de Estudio en los Números de Ensayos	87
- Anexo: C. Tabla de la grafica descriptiva de la variable grasa	87
Anexo: D. Gráfica del Análisis Descritivo que mide la Variabilidad de las Respuestas de Estudios en los Números de Ensayo	88
Anexo: E. Tabla de la Grafica Descriptiva de la Variable Hilado	88
Anexo. F: Gráfica del Análisis Descritivo que mide la Variabilidad de las Respuestas de Estudios en los Números de Ensayo	89

Anexo. G: Tabla de la Grafica Descriptiva de la Variable Humedad	89
Anexo. H: Gráfica del Análisis Descritivo que mide la Variabilidad de las Respuestas de Estudios en los Números de Ensayo	90
Anexo. I: Tabla de la Grafica Descriptiva de la Variable Rendimiento	90
Anexo J: ANOVA de la Variable Humedad	91
Anexo K; ANOVA de lá Variable Rendimiento	91
Anexo L: ANOVA de la Variable Hilado	92
Anexo M: ANOVA de la Variable Grasa	92
Anexo. N: Análisis de Varianza de un Diseño de Bloques Completamente al azar, Donde los Bloques son los Jueces	93
Anexo. O: Prueba de Medias de Tukey para Encontrar Diferencias entre los Tratamientos.	93
Anexo P: Prueba de Medias de Tukey para Diferencia Mínima Significativa	93
Anexo Q. Comparación de TA Vs. Testigo Mediante Prueba de T Student	94
Anexo R. Comparación de TB Vs. Testigo Mediante Prueba de T Student	94
Anexo S. Datos Obtenidos Durante la Evaluación de las Pruebas Sensoriales	95
Anexo T: Encuestas Prueba Sensoriales	96
Anexo U: Imágenes Fotografías del Proceso	98
Anexo V: Diagrama de Flujo del Proceso de Elaboración del Quesillo	101

INTRODUCCION.

En el ámbito de la vasta gama de productos lácteos, se hallan hoy a disposición del consumidor diferentes tipos de quesos, entre los cuales se encuentra el quesillo; elaborado actualmente siguiendo la tecnología desarrollada en la región del tolima grande. Este es un queso de pasta hilada elaborado con leche de vaca y lactosuero como acidulante¹, el cual se acidifica de manera incontrolada a temperatura ambiente y expuesto al aire libre. En algunos casos cuando no se logra la acidez deseada, se le adiciona ácidos orgánicos para una mayor efectividad². Al final del proceso de elaboración de quesillo se obtiene a su vez un gran volumen de lactosuero, que se somete a tratamiento térmico a fin de extraer sus proteínas mediante precipitación por calor a manera de una pasta llamada requesón. Dejando un remanente o permeado rico en lactosa que no tiene utilidad posterior.

En relación con lo anterior, estudios realizados han conducido a una revalorización de este recurso entero mediante la obtención de suero en polvo, como sustituto de leche en polvo en panadería y la implementación de tecnologías sofisticadas que permiten la extracción y purificación de sus componentes principales como la lactosa y proteínas, que es ampliamente utilizada como estabilizante o espesante del yogurt en reemplazo del almidón³.

Los procesos de bioconversión surgen como una alternativa para el aprovechamiento de este desecho como sustrato para el crecimiento de microorganismos. Como el *Streptococcus Thermophilus*, *Lactobacillus Helveticus*, *Lactobacillus Delbrueckii ssp Bulgaricus*, los cuales son capaces de producir sustancias como el ácido láctico; ampliamente usado en la industria alimenticia, farmacéutica, textil y cosmética.

¹ VILLAMIZAR, Jorge Enrique. 1994. ICTA, guía para producir quesos colombianos

² LONDOÑO, O Miriam. 2006. Aprovechamiento del suero ácido del queso doble crema; perspectiva en nutrición humana [Online]. Disponible en [www. Agro. Unalmed, edu. Co](http://www.Agro.Unalmed.edu.Co)

³ VALENCIA, Martín Jaime. 2008. El suero de quesería y sus posibles aplicaciones, parte 1/3. Artículo [Online] consultado el 09 – 08 – 2008. disponible en [www. Alimentaria.com](http://www.Alimentaria.com)

Estos microorganismos tienen amplia aplicación en la elaboración de productos como yogurt, quesos frescos y de pasta hilada como; el mozzarella provolonne y gruyere⁴.

Con la utilización de cultivos en la acidificación del lactosuero se pretende llevar a cabo una fermentación controlada que consiste en no esperar a que la microbiota natural del suero contamine el quesillo y se multiplique en el, sino en añadir estos cultivos exento de patógenos y de microorganismos extraños que perjudiquen a este proceso biológico natural. Eventualmente se consigue un producto homogéneo, seguro y estable. De igual forma el papel de la microflora propia del queso y probablemente en otros alimentos fermentados, no está del todo claro en cuantos a sus efectos beneficios. Aunque investigaciones realizadas sobre la utilización de estos cultivos en la industria láctea han arrojado resultados favorables sobre las características relacionadas con la textura y sabor de los quesos frescos madurados. Por lo tanto toda investigación realizada en este campo puede aportar elementos valiosos que contribuyan con el mejoramiento de la calidad y de rendimiento en los productos lácteos como el queso⁵.

De acuerdo con las anteriores consideraciones se realizó la presente investigación dirigida a evaluar el efecto del empleo de cultivos mixtos conformados por *Streptococcus Thermophilus*, *Lactobacillus Helveticus*, *Lactobacillus Delbrueckii ssp Bulgaricus* en la etapa de acidificación del suero (entero y desproteínizado) bajo condiciones controladas que, permitan establecer los efectos de los microorganismos en las características de calidad, rendimiento del quesillo. Y en el gusto de los consumidores

⁴ QUINTERO H., RODRIGUEZ M, Páez., FERRER J y RINCON J. 2001. Producción continua de proteína unicelular a partir de suero de leche. Rev. Científica. Fcv – Lux. Xi (2)

⁵ La cara oculta de la flora láctica. 2007. artículo [Online]. Disponible en [www. Portal Lechero. com.](http://www.PortalLechero.com)

1. OBJETIVOS.

1.1 GENERAL.

Evaluar el empleo de cultivos mixtos conformados por *Streptococcus Thermophilus*, *Lactobacillus Helveticus*, *Lactobacillus Delbrueckii ssp Bulgaricus* en la etapa de acidificación del suero y su posterior utilización en la elaboración del quesillo mediante un ensayo experimental bajo condiciones controladas, que permitan establecer los efectos de los microorganismos en las características de calidad y rendimiento

1.2 ESPECÍFICOS.

- Establecer el comportamiento del proceso de acidificación del suero entero subproducto del queso y del suero desproteínizado (subproducto del requesón) bajo la acción fermentativa de los microorganismos lácticos seleccionados.
- Evaluar el rendimiento obtenido en cada uno de los quesos a partir de la acidificación de la leche con los diferentes tratamientos.
- Determinar las características microbiológicas en cuanto a contenido de coliformes totales, hongos y levaduras como indicadores de higiene del producto.
- Comparar las características fisicoquímicas de los quesillos obtenidos con el uso de los diferentes tratamientos
- Determinar el grado de aceptación de los panelistas con respecto a los quesillos elaborados con los diferentes tratamientos

2. ESTADO DEL ARTE.

2.1 ANTECEDENTES DE LA PRODUCCIÓN DE QUESO.

Brito., Hartzella., Molina C. 2005. Evaluaron los efectos de cultivos directos y semidirectos con crema homogenizada en la elaboración de queso cottage, obteniendo distintos perfiles de acidificación en la leche no encontrándose diferencias significativas en los porcentajes de humedad, calcio, materia grasa, pH y rendimiento al igual que en los atributos sensoriales de los quesos⁶.

Coccio 2006. Evaluó el comportamiento de dos bacterias probióticas, *Lactobacillus casei shirota* y *Bifidobacterium lactis*, inoculados de manera mixta e independiente, en la elaboración de quesillo a partir de la leche de soya. Sobre sus características fisicoquímicas. Obteniendo por resultado que, estadísticamente no existen diferencias significativas entre los cultivos utilizados independientemente de la forma de inoculación⁷.

Ramírez. 2002 realizaron la optimización de la β - galactosidasa por *Kluyveromyces fragilis*, a través de la metodología superficie de respuesta (MSR), utilizando el suero láctico desproteínizado como medio de fermentación, logrando un rendimiento de 50.8% y una producción de 8.3 U/ml de la enzima, purificada parcialmente con acetona⁸.

⁶ BRITO C, Carmen., F Marianella., MOLINA C. 2005. Queso cottage Elaborado con cultivos lácticos redí-set, usando crema láctea. Revista Chilena, [Online] disponible en www.Scielo.php? Script=s0771-7518200600010000&&ing=iso. ISSN 0717-7518.

⁷ COCCIO OLMOS, Jenny A. 2006. Elaboración de de quesillo de leche de soya con la adición de bacterias probióticas. Trabajo de grado. Universidad Austral De Chile. Facultad de ciencias Agrarias. Dpto. Ingeniería de Alimentos disponible en; Cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2006/fac663e/doc/fac663e.pdf

⁸ RAMIREZ, Alejandra, 2002. Producción y caracterización parcial de β - galactosidasa de *Kluyveromyces fragilis* en suero de leche desproteínizado. Artículo. [Online] disponible en www.alanrevista.org

Betancourt y Ortiz 2004. Estudiaron la obtención de ácido cítrico por fermentación sumergida con hongos del género *Aspergillus*, utilizando lactosuero como sustrato sometidos a varios tratamientos de calor. Obteniendo como resultado que las dos cepas de *Aspergillus carbonarius*, no presentaron diferencias significativas en cuanto a la producción de ácido. Mientras que el *Aspergillus Níger* NRRL 3, alcanzó mayores concentraciones cuando se utilizó suero de leche desproteínizado evaporado y con lactasa hidrolizada⁹.

Londoño 2006. Evaluó tres métodos de complementación de la acidez con tres ácidos orgánicos, (cítrico, acético y láctico) para el suero de queso doble crema utilizado en la elaboración de queso; concluyendo que la utilización de ácidos orgánicos, como acidulantes no afecta el contenido de humedad, grasa, rendimiento y proteína¹⁰, encontrándose estas características dentro de las normas establecidas por el Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos ICTA.

Urribarn., Vielma., Paez y Ferrer. 2006. Realizaron estudios sobre el comportamiento en cultivo continuo de la bacteria *Lactobacillus Helveticus* ATCC 8018 en suero de leche desproteínizado suplementado con extracto de levadura y peptona tripsina de caseína, obteniendo como resultado una máxima productividad de biomasa y ácido láctico de 6.2 y 1.83 Kg/m³.h respectivamente y un $D=0.2h^{-1}$, revelándose así el potencial del uso del lactosuero como sustrato para bacterias homolácticas¹¹.

⁹ BETANCOURT, Adriana y ORTIZ, Maria cristina.2004. Obtención de ácido cítrico a partir del suero de leche por fermentación de *Aspergillus ssp*. Artículo [Online] disponible en dialnet.unirioja.es

¹⁰ LONDOÑO, Miriam. 2006. *Op. Citp*. Pág 7-8

¹¹ URIBARIN Lauris., WIELMA Alex., PAEZ Gisela y FERRER José. 2008. Producción de ácido láctico a partir de suero de leche, utilizando *lactobacillus helveticus* en cultivo continuo. Artículo, [online]. Disponible en: [www. SciELO/serial/RC/v14n4/daddy/art_03. Htm](http://www.SciELO/serial/RC/v14n4/daddy/art_03.Htm)

En Sucre, algunas observaciones hechas por los autores de la presente propuesta sobre la fabricación del queso revelaron que esta labor se realiza mediante adición de suero ácido, el cual se manipula en forma inadecuada, poco higiénica permitiendo su contaminación.

En la Universidad de Sucre se han realizado investigaciones sobre el proceso de elaboración del queso costeño. Estas investigaciones revelan que en la mayoría de los casos, la fabricación del queso costeño se realiza de manera inadecuada favoreciendo la contaminación del suero ácido, de la masa de la cuajada y del producto final, debido al desconocimiento de las personas involucradas en el oficio¹².

Investigaciones realizadas por Contreras y Salgado 2007 en esta misma Institución sobre la producción de queso costeño a partir de la acción fermentativa de cultivos lácticos aislados, arrojaron mejores resultados en cuanto a las propiedades fisicoquímicas y organolépticas del producto final.¹³

¹² CHAVEZ, Alex y ROMERO, Álvaro. 2006. Diagnóstico de las condiciones microbiológicas y fisicoquímicas del queso costeño producido en el municipio de Sincé, Sucre. Tesis de grado, Programa de Ingeniería Agroindustrial. Universidad de Sucre. Pág. 79-80.

¹³ CONTRERAS, Luís A y SALGADO, Osvaldo. 2007. Evaluación de los efectos producidos por la inoculación de dos cultivos lácticos convencionales sobre las propiedades fisicoquímicas del queso costeño amasado Tesis de grado, Programa de Ingeniería Agroindustrial. Universidad de Sucre. .

3. MARCO TEORICO.

3.1 CARACTERÍSTICAS Y DEFINICIÓN DE LA LECHE

Se constituye como la secreción normal de las glándulas mamarias de las hembras de los mamíferos y se define como el producto integral del ordeño total e ininterrumpido, en condiciones de higiene que da la vaca lechera en buen estado de salud y alimentación sin aditivos de ninguna especie¹⁴

La leche como alimento contiene una fuente de nutrientes importantes por su contenido proteico, graso, lactosa, y minerales. Este alimento presenta una composición química compleja y un alto valor nutricional, lo que la convierte en una sustancia altamente contaminable y perecedera. De igual forma es extremadamente variable en composición, no solo de una especie a otra, sino también entre razas de una misma especie y entre individuos de una misma raza¹⁵.

En la tabla1 se indica la probable composición de la leche de varias especies

Tabla. 1: Composición de la leche de varias especies de mamíferos.

Composición por cada 100g	Vaca	Cabra	Oveja	Búfala
Extracto seco total	12.5	13.6	19.1	17.8
Materia grasa	3.5	4.3	7.5	7.5
Lactosa	4.7	4.5	4.5	4.7
Sales	0.8	0.8	1.1	0.8
Materia nitrogenada total	3.5	4.0	6.0	4.8
Caseína	2.7	3.0	4.6	3.8

Fuente: Guía para producir quesos colombianos

¹⁴FALDER RIVERO, Ángel. 2003. Enciclopedia de alimentos: leche y productos lácteos España. Pág. 117. Enciclopedia [Online]. Disponible en www.dialnet.unirioja.es

¹⁵VILLAMIZAR, Jorge Enrique. 1998. *OP, citp.* Pág 29

3.2 COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA LECHE

En la tabla 2 se presenta la composición química de la leche entera de vaca

Tabla. 2: Composición química de la leche

Constituyentes	Variación %	Valor promedio %
Agua	85.5 – 89.58	87.5
Sólidos Totales	10.5 – 14.5	13.0
Grasa	2.5 – 6.0	3.9
Proteínas	2.9 – 5.0	3.4
Lactosa	3.6 – 5.5	4.8
Minerales	0.6 – 0.9	0.8

Fuente: Enciclopedia de alimentos: leche y productos lácteos 2003.

3.2.1 Proteínas de la leche: pueden dividirse en dos grupos principales

- a) Caseínas: grupo de proteínas que contienen fosfato y que son específicos de la leche de donde precipitan a un pH de 4.6; casi toda la caseína de la leche esta en las micelas de caseína y bajo la denominación de caseína se pueden incluir 4 tipos de cadena polipeptídicas llamadas caseína α s₁, α s₂, β y cappa.
- b) Las proteínas del suero: las cuales permanecen en solución a un pH de 4.6 y están formadas por un grupo variado en el que se incluye la α lacto-albúmina, β lacto-globulina, cero albúminas y la fracción de proteasas peptona¹⁶

3.2.2 Grasa Láctea.

La grasa que esta en emulsión o dispersión en la leche se presenta en forma de glóbulos graso aproximadamente esféricos cuyo tamaño varia entre 2.0 – 10.0 μ m, están envueltos por una membrana a la cual se asocian sistemas enzimáticas como la fosfatasa alcalina, la sulfidriloxidasa, etc. Dentro de esta

¹⁶ Ibid., Pág 31-32

membrana y en el interior del glóbulo graso se halla el 85.0 % del colesterol y el 60.0 % de los fosfolípidos de la leche.

La membrana denominada apical (recubre fase grasa) se encuentra en un estado dinámico ya que su aspecto y composición cambian al envejecer la leche¹⁷. La grasa de la leche la forman numerosos lípidos:

- Lípidos neutros, es decir, la materia grasa propiamente dicha constituida principalmente por los triglicéridos siendo 98.0% del conjunto y algunos monoglicéridos y poliglicéridos.
- Los lípidos polares, constituyen alrededor del 1.0% de la grasa Láctea y son principalmente los fosfolípidos que se encuentran en la leche de dos formas: los glicerofosfatidos (la lecitina y la cefálica) y las esfingomielinas.
- Las sustancias lipoidicas o insaponificables presentes en la grasa de la leche en una proporción menor al 1.0%. Entre estos se encuentran los esteroides (principalmente el colesterol y el dehidrocolesterol precursor de la vitamina D), los carotenoides, principalmente el caroteno en sus isómeros α y β .

3.2.3 Hidratos de carbono

La lactosa es el hidrato de carbono más abundante en la leche de los mamíferos (4.0 – 5.0 %). Es un disacárido resultado de la eliminación de una molécula de agua entre el monosacárido glucosa y el monosacárido galactosa. Este disacárido es un análogo de la sacarosa pero con menor poder edulcorante¹⁸.

Existen dos variantes de lactosa: la lactosa alfa y la beta que pueden transformarse las una en la otra. Ambas tienen solubilidades distintas la alfa es poco soluble y puede originar cristales de lactosa en un medio frío y la beta que

¹⁷ GIMENEZ, Georgelina. 1997. Fases de la leche-características. Artículo, [online], disponible en; www.Monografias.com.

¹⁸ FALDER RIVERO, Ángel. 2003. *Op, citp*. Pág. 119

es mas soluble se transforma a su vez en alfa que de igual forma también cristaliza

3.2.4 Minerales:

Los principales elementos químicos presentes en la leche son los denominados macro elementos (calcio, fósforo, potasio, sodio y magnesio), que pueden encontrarse como bicarbonatos, citratos de calcio, potasio, sodio y magnesio. Consecuentemente los minerales se encuentran disueltos en la fase acuosa o integrada en la fase coloidal. El calcio se encuentra preferentemente en la fase coloidal, pero el sodio y el potasio junto con el cloro están casi totalmente disueltos en el agua y el magnesio más en el agua que en la fase coloidal. El fósforo se encuentra casi en el 50% de ambas clases.¹⁹

3.2.5 Vitaminas de la leche

La leche contiene abundantes vitaminas liposoluble e hidrosolubles, entre las primeras están: la A, la D, E y K. Las segundas están conformadas por la vitamina C y toda la de la serie B. En general es proporcionalmente mayor el aporte lácteo de vitaminas liposolubles principalmente las A, E y D que las de tipo hidrosolubles²⁰.

3.3 EI QUESO.

3.3.1 Definiciones

El queso es un alimento preparado con materiales biológicos (leche, cuajo y microorganismos) en continua modificación. Sus características finales dependen en gran parte de las condiciones en que se produce y almacena.²¹ Se define como la sustancia formada por la coagulación de la leche de ciertos mamíferos mediante la adición y acción de renina u otra enzima similar en presencia de ácido láctico, producido por la microflora natural de la leche, en la cual parte de la humedad ha sido removida durante el corte calentamiento,

¹⁹ *Ibíd.*, Pág. 119

²⁰ *Ibíd.*, Pág. 120

²¹ CHAPMAN AND. SHARPER.1987, citado por CHAVEZ, Ales y ROMERO, Alvaro 2006. *Op, Citp.* Pág. 12)

prensado, moldeado de la cuajada y finalmente maduración por mantenimiento de dicha cuajada durante un tiempo a temperatura y humedad conveniente²²

La organización mundial FAO (Food Agricultura Organización) define el queso como un producto fresco o madurado obtenido por la coagulación y separación del suero de leche, nata, leche parcialmente desnatada o con mezcla de estos dos productos

3.3.2 Clasificación de los quesos.

La naturaleza de la leche explica la gran variabilidad de quesos que existen, ya que pequeñas diferencias en la composición, independientemente de las desigualdades existentes entre las leches de especies o de razas; tienen una repercusión en las propiedades de los quesos²³

Existen muchas variedades de queso que se han desarrollado de acuerdo a las condiciones de la región, tales como clima, gustos, costumbres, posibilidad de transporte y calidad²⁴

Es imposible contar con una clasificación simple y racional de los quesos como consecuencia de la diversidad de tipos y la evolución que se ha logrado en los procesos de elaboración. Existen diferentes sistemas de clasificar los quesos, uno de los más utilizados distingue los quesos frescos de los quesos maduros.

Un sistema propuesto por la Federación Internacional de Lechería en su documento 141 de 1981, reúne los siguientes criterios para los quesos:

- a) La materia prima: (leche de vaca, cabra, oveja,)
- b) Consistencia: (pasta dura, semidura, blanda, queso fresco, cuajada ácido).
- c) Aspecto exterior: (corteza dura seca, sin corteza)

²² RODRÍGUEZ. 1990, citado por CONTRERAS, Arturo y SALGADO, Osvaldo 2007. *Op, citp.* Pág. 38

²³ VILLAMIZAR, Jorge Enrique. 1994. *Op., citp.* Pag 114

²⁴ Normatividad de alimentos establecidas por la FAO. Citado por CONTRERAS, Arturo y SALGADO, Osvaldo 2007. *Op, citp.* Pág.

- d) Contenido máximo de humedad: (porcentaje de humedad en el queso completo y en el queso desengrasado (% H/QD))

FAO/OMS en su informe de Junio de 1978 clasifica los quesos según la humedad en el queso desgrasado y materia grasa en la materia seca.

Una clasificación según su humedad en el queso desgrasado se presenta en la tabla 4; al igual que la clasificación de los quesos según su materia grasa en la materia seca en la tabla 5.

Tabla. 3: Clasificación de los quesos según humedad en el queso desgrasado.

% en H/QD	Clase
Menor que 51	Extra duro
49.0 – 56.0	Duro
54.0 – 63.0	Semi duro
61.0 – 69.0	Semi blando
Mayor que 67	Blando

Fuente: ICTA, 1994. Guía para producir quesos colombianos

Tabla. 4: Clasificación de los quesos según materia grasa en la materia seca.

% MG/MS	Clase
Mayor que 60	Contenido muy alto de materia grasa
45.0 – 60.0	Contenido muy alto de materia grasa
25.0 – 45.0	Contenido medio de materia grasa
10.0 – 25.0	Contenido bajo de materia grasa
Menor que 10	Contenido muy bajo de materia grasa

Fuente: ICTA, 1994. Guía para producir quesos colombianos).

Igualmente se pueden clasificar los quesos dependiendo del tratamiento térmico, catalogándolos en: quesos de pasta cruda, semi cocida y cocida. Dependiendo del tratamiento mecánico que se le de a la cuajada se clasifican en: quesos de pasta molida, amasada, prensada e hilada. La tabla 5 presenta la clasificación de los principales quesos producidos en Colombia.

Tabla. 5: Clasificación de los principales quesos colombianos.

Nombre del queso	Tipo de maduración y de pasta	Humedad máxima (%)	Humedad en queso desgrasado Máximo (%)	Consistencia	Materia grasa en materia Seca mínima (%)	Contenido graso
Madurado						
Paipa	Pasta amasada y prensada	48.0	60.0	Semi maduro	40.0	Medio
Frescos No Ácidos						
Cuajada	Pasta no prensada	59.0	72.0	Blando	44.0	Medio
Quesito						
Antioqueño	Pasta molida	58.0	74.0	Blando	52.0	Alto
	Pasta no prensada	55.0	70.0	Blando	49.0	Alto
Campesinos	Pasta prensada	50.0	65.0	Semi blando	45.0	Alto
Molido						
nariñense	Pasta molida	57.0	71.0	Blando	49.0	Alto
Amasado	Pasta amasada	55.0	70.0	Blando	50.0	Alto
Frescos Ácidos						
Doble						
Crema	Pasta hilada	50.0	65.0	Semi blando	45.0	Alto
Quesillo	Pasta hilada	50.0	66.0	Semi blando	50.0	Alto
Pera	Pasta hilada	49.0	63.0	Semi blando	45.0	Alto

Fuente: ICTA, 1994. guía para producir quesos colombianos

3.3.3 Rendimiento quesero.

Un punto de gran importancia en la industria quesera, así como en cualquier otra de índole alimentario es el control de rendimiento, el cual se puede expresar de diferentes maneras; pero la más común es relacionando los kilos de queso obtenidos con los kilos o litros de leche empleada.

Varios factores afectan el rendimiento a saber²⁵:

- La composición de la leche rica en sólidos totales ofrecerá un mayor rendimiento contenido de caseína
- La composición del queso: los quesos blandos ofrecen un mayor rendimiento que los quesos semi duros debido a que presentan un mayor contenido de humedad.
- Textura de la cuajada al momento del corte: la distribución del tamaño de las partículas de la cuajada tienen una influencia directa en la retención de humedad.

3.4 QUESILLO

3.4.1 Definición y características.

El quesillo es un queso fresco ácido no madurado de pasta hilada elaborado con leche de vaca, contiene alrededor de 66.77% de humedad del queso desgrasado y un 50.73% de materia grasa en la materia seca, por lo que corresponde a un queso semi blando de alto contenido de materia grasa²⁶ de acuerdo con la clasificación de FAO /OMS (informe de junio de 1978)

²⁵ VALENCIA, Martín. Desarrollo de un queso optimizando rendimiento. Artículo [online]. consultado 05-10- 2008. Disponible en Internet:

[www.alimentaria\[online\].Com/apadmin/img/upload/MLC_018_RENQUESSO](http://www.alimentaria[online].Com/apadmin/img/upload/MLC_018_RENQUESSO)

²⁶ JUNAC. 1998. Inventario y Desarrollo de Tecnología de Productos Lácteos Campesinos en Colombia. Bogotá

Su forma tradicional es cuadrada o aproximadamente rectangular y la apariencia externa se caracteriza por presentar una superficie brillante de color blanco cremoso. Este producto se consume fresco, conservado en refrigeración puede tener una duración de 8 días y mantenido al medio ambiente puede durar hasta 24 horas; su sabor es ácido característico moderadamente salado con algo de sabor amargo y un aroma débilmente lácteo.

La leche utilizada como materia prima en la elaboración de este producto debe provenir de animales sanos, además, para evitar fermentaciones indeseables debe ser de buena calidad bacteriológica y para obtener un rendimiento adecuado debe poseer una excelente calidad bromatológica.²⁷

3.4.2 Composición química.

En la tabla 6 se muestran las características fisicoquímicas del quesillo.

Tabla 6, Composición química del quesillo.

Características	Valor promedio
% de humedad	49.64
% materia grasa	25.55
% proteína	20.20
% sal	1.25
% materia grasa en la materia seca	50.73
% humedad del queso sin grasa	66.67
pH	5.50
Acidez (% ácido láctico)	0.75

Fuente: Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos ICTA, 1994

²⁷ GUZMÁN, Vicente. 2006. Elaboración de queso: Resumen de la Serie de Productos Lácteos, Cuadernos de Agroindustria Rural. Chile. Disponible: en www.promer.cl

3.4.3 Proceso de elaboración.

Existe un proceso para la elaboración de quesillo, sin embargo, se han establecido múltiples variaciones en las diferentes regiones con el fin de incrementar la calidad y el rendimiento de los mismos. En la figura 1 se describe el procedimiento utilizado en el departamento de sucre²⁸

3.4.3.1 Inicio del proceso.

A la leche cruda y fresca de la vaca semi-descremada se debe practicar un control de calidad con el propósito de conseguir una homogeneidad permanente en el producto final. Se debe controlar la acidez de la leche para tomar esta valoración como un índice de su actitud para coagular. También se debe conocer el contenido de materia grasa para estandarizarlo mediante el descremado parcial. El proceso inicia filtrando la leche en la tina de cuajado la cual debe alcanzar una temperatura de 32.0 °C, esto se hace con el fin de eliminar las posibles impurezas que pueda traer la leche durante su recolección.

- **Adición del cuajo:**

Alcanzado los 32.0 °C se agrega el cuajo siguiendo las instrucciones del fabricante con el fin de obtener un coagulo firme; Si el cuajo tiene una fuerza de 1:100.000 se aplica en cantidad de 1.0 a 1.5 gramos por litro de leche. Este se puede adicionar disuelto en agua con un poco de sal incorporándolo a toda la leche con una leve agitación y dejando actuar por un tiempo promedio de 8.0 a 10.0 minutos.

- **Adición del suero acido:**

El suero acido se agrega a una temperatura de 30.0 a 32.0 °C con una acidez de 130.0 – 170.0 °TH, su incorporación a la leche se hace lentamente logrando una distribución uniforme con una agitación continua muy lenta hasta conseguir la

²⁸ JUNAC. 1998. *Op, citp*. Pág.10

formación total de la cuajada, la cual se aglomera y se mantiene en suspensión, por lo que no es necesario efectuarle corte alguno.

- **Reposo:**

Luego de tener la cuajada se deja en reposo con el fin de lograr un aglomerado y una estructura más firme con la expulsión del suero. El aglomerado de la cuajada se presenta en un lapso de 10.0 a 20.0 minutos la cual puede tener una temperatura promedio de 32.28°C, una acidez de 42.28°TH y a un pH de 5.04.

- **Desuerado**

Después de tener los granos de la cuajada aglomerados, se prosigue a desuerar. El desuerado se hace recogiendo y retirando con un cedazo o colador, la cuajada mezclada con parte de suero y luego se coloca sobre un mesón de escurrido. Durante esta etapa se establece un tiempo promedio de 8.0 a 10.0 minutos.

- **Corte de la cuajada:**

Para facilitar el desuerado y preparar la cuajada para la etapa posterior, se hace un corte de la masa con un cuchillo de acero inoxidable, estos cortes varían entre los 50.0 a 200.0 milímetros.

- **Exprimido y corte de la cuajada:**

Para retirar el suero que esta retenido en la masa de la cuajada, una vez se tiene la cuajada cortada se efectúa un exprimido presionándola contra las manos o superficie del mesón, o realizando volteos periódicos para obtener un contenido de humedad optimo para iniciar el hilado de la pasta.

Si la cuajada no ha alcanzado la acidez adecuada para la etapa del hilado, es necesario dejarla acidificar hasta alcanzar el nivel de acidez y pH deseado, dejando en reposo al medio ambiente un tiempo de 7.0 a 10.0 minutos, el pH alcanzar es de 5.1 – 5.2.

- **Hilado:**

Es el proceso mediante el cual se somete la cuajada a tratamiento térmico dentro de una marmita para alcanzar un cambio en la estructura, la textura y el cuerpo de la masa del queso requerida para este producto. La temperatura utilizada oscila entre los 68.0 a 71.0 °C durante un tiempo de ejecución de 16 minutos. Con la ayuda de un agitador de aluminio continuamente se va estirando y volteando la masa hasta formar cordones o hilos brillantes y lisos.

El hilado se efectúa junto con el salado para lograr una mejor distribución de la sal en el producto final

- **Moldeo:**

El moldeo del quesillo tiene por finalidad dar a este un formato y tamaño adecuado con las características del producto. En esta etapa se lleva la pasta a un cuarto de moldeo donde se corta el queso proporcional al tamaño y la capacidad del molde sin ejercer presión, ya que este toma su forma por si solo.

- **Enfriamiento:**

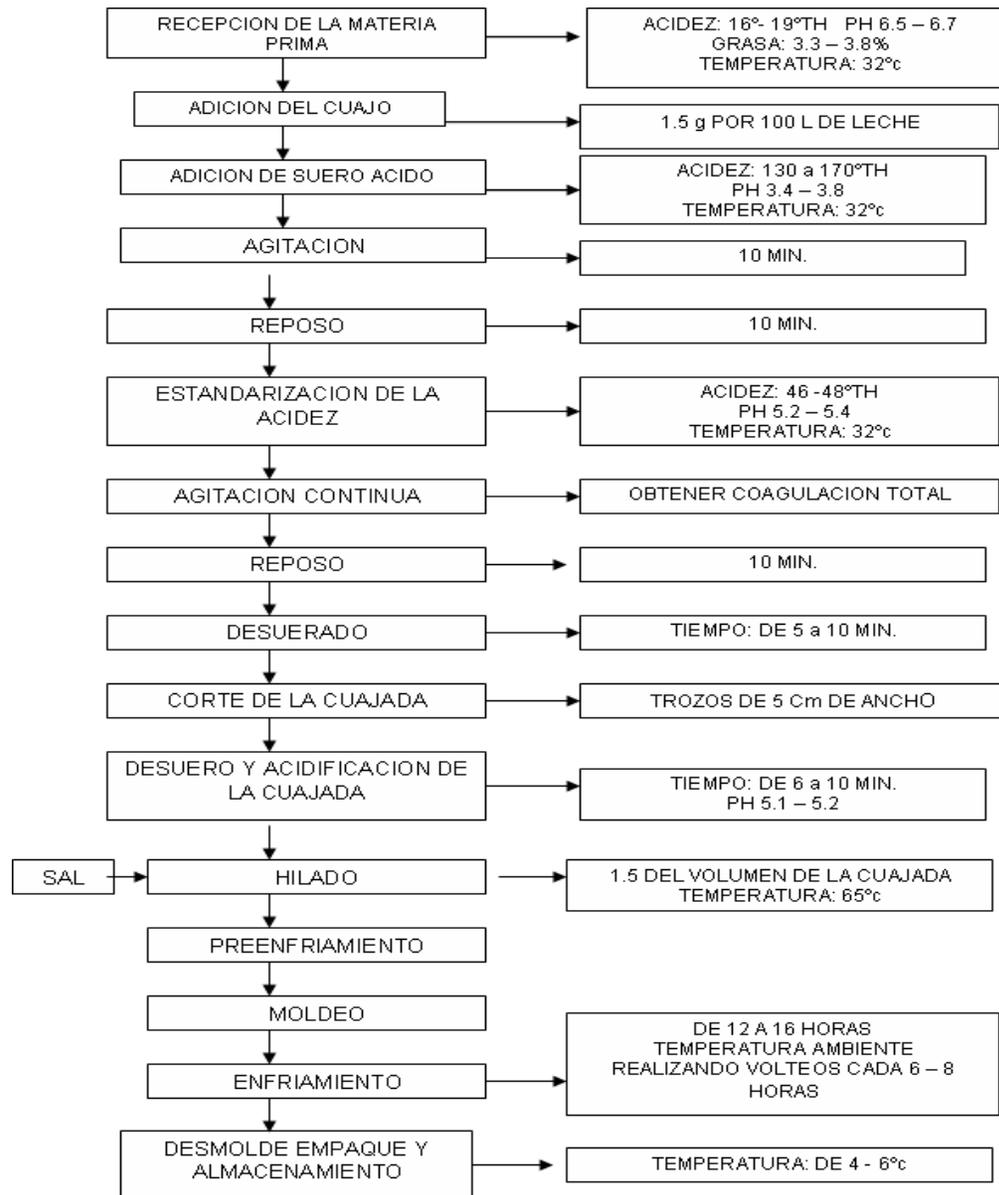
Con el fin de conseguir la consistencia óptima del producto final, se debe tener un enfriamiento que generalmente se hace al medio ambiente durante un tiempo de 10.0 a 12.0 horas; el enfriamiento se hace en el molde para que el quesillo no se deforme y después de 6.0 a 8.0 horas, se voltea.

- **Empaque y almacenamiento:**

El quesillo debe empacarse para evitar la formación de corteza producida por evaporación de agua de la superficie del producto y además para protegerlo; es necesario eliminar el aire entre el empaque y el quesillo para la presentación al consumidor. Los empaques más utilizados son el polietileno (bolsa plástica).

El almacenamiento se hace a una temperatura de 4.0 a 6.0 °C para lograr la conservación del producto durante su periodo de comercialización.

Figura 1. DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO DE ELABORACION DEL QUESILLO



Fuente: Inventario y Desarrollo de Tecnología de Productos Lácteos Campesinos en Colombia. Bogotá

3.4.4 Rendimiento.

Para lograr un buen rendimiento se debe partir de una leche de buena calidad y durante todo el proceso se debe tener un máximo control de los parámetros que determinan la calidad del producto final. De esta manera se pueden obtener 13.59kg de queso por 100,0 L de leche fresca, lo que indica que se requieren 7.58kg de leche para producir 1.0 Kg. de queso²⁹

3.4.5 Defectos.

Los defectos son originados por fermentaciones anormales provocadas por agentes ya existentes en la leche o que entran posteriormente por contaminación. Pueden también ser derivados de técnicas defectuosas de producción u originados por manejo inapropiado y faltas de las condiciones ambientales óptimas durante el almacenaje.³⁰ Entre los defectos mas comunes se encuentran:

- **Sabor ácido.** es causado por la utilización de cantidades excesivas de fermentos, coagulación defectuosa con cuajada blanda, humedad excesiva, elevación rápida de la temperatura, corte desigual, temperatura de maduración muy alta o por porcentaje de sal muy bajo.
- **Sabor amargo.** Este sabor es producido por un exceso de cuajo, utilización de leche de 2.0 o más días (rancidez), en algunos casos demasiada grasa en el queso y exceso de cloruro de calcio.

²⁹ibib., Pag 49

³⁰ MARTEGANI, Héctor. 2006. Elaboración general de quesos: Defectos de los quesos. Asociación Uruguaya de Técnicos en Lechería. De AUTEL. Colombia. Artículo Disponible en: www.portalechero.com. Pág. 4.

- **Cuerpo duro.** causado por un exceso de sal, exceso de calentamiento poca humedad, poca grasa y exceso de cloruro de calcio.
- **Cuerpo Friable (Arenoso).** producido por un exceso humedad, acidez en exceso, o falta de sal.
- **Textura abierta.** por falta de acidez, enfriamiento de la cuajada antes de ir al molde, falta de prensa.
- **Manchas blancas húmedas.** Corte de la cuajada defectuosa (granos grandes, más húmedos y más ácidos, fermentos lácticos adicionados sin cuidado y con gránulos que en el queso aparecen con coloración y textura diferentes.
- **Defectos de color.** provocados por hongos, sal mal distribuida o por mezclas de cuajadas diferentes.
- **Defectos de aroma.** Ocasionado por la contaminación por coliformes y otras bacterias no deseables durante el proceso de fabricación.

3.4.6 Calidad.

Un queso fresco de buena calidad se caracteriza porque mantiene su forma después de ser desmoldado, tiene corte, contiene un promedio de grasa de 44.0% en materia seca, posee una estructura granular cerrada, es rico en proteínas y grasa, posee bajo contenido de carbohidratos, minerales, vitaminas y presenta un sabor y olor parecido a la leche fresca. En cuanto a sus propiedades fisicoquímicas se tiene como regla general un extracto seco, mínimo 35.0 %; materia grasa en el extracto seco, mínimo 40.0 %; humedad, máxima de 65.0 %;

sal (NaCl), máximo 3.5.0 %; acidez en gramos de ácido láctico, 0,65 %; impureza macroscópica en 100.0 g de muestra 0,06 g y ausencia de almidón³¹.

Desde el punto de vista microbiológico las cantidades mínimas de microorganismos que debe tener un queso fresco producido para que sea considerado de calidad y esté apto para el consumo humano son las siguientes:

Recuento de *Coliformes*... <100.0 máx. /gr.

Recuento de *Hongos y levaduras*..... 100.0 máx./gr.

Cabe anotar que estos valores son permitidos en Colombia por la norma (NSP Resolución 01804 – feb. 03. /89).

3.5 GENERALIDADES DEL LACTOSUERO.

El suero de leche o suero de queso es el líquido resultante de la elaboración del queso, se obtiene tras la separación de la caseína y de la grasa que constituye aproximadamente el 90.0 % del volumen de la leche y contiene parte de los compuestos hidrosolubles de esta. Su composición varía dependiendo de las características de la leche y de las condiciones de elaboración del queso que proceda. En términos generales el suero contiene 4.9 % de lactosa, 0.9 % de proteínas, 0.6 % de cenizas y aproximadamente el 70.0 % de nitrógeno total (proteína cruda) que corresponde a la proteína verdadera, la cual tiene un valor superior a la caseína y esta compuesta por la β -lactoglobulinas α - β -lactoalbúmina, la inmunoglobulina, las proteasas, peptonas y enzimas nativas. El resto forman aminoácidos, urea, amoníaco, ácidos nucleicos y las vitaminas hidrosolubles de la leche³²

³¹ JUNAC. 1998. *Op, citp*. Pág.15

³²GARABAY, García., QUINTERO., Ramírez y LOPEZ, Murguía. 2000. Biotecnología alimentaria [Online]. Disponible en Internet: WWW.Librería.com/cas/biotecnología_alimentaria_librería

El lactosuero es un excelente medio de cultivo y por eso se utiliza como un sustrato para la obtención de un buen número de productos a través de la fermentación, ya que, al ser la lactosa la principal fuente de carbono, parecería que solamente podrían emplearse microorganismos capaces de utilizar este disacárido, pero no es así, pues existe la posibilidad de emplear la lactasa para hidrolizar la lactosa y sus componentes en glucosa y galactosa o mediante una hidrólisis ácida. De esta manera las perspectivas son infinitas; sin embargo el suero no contiene mucho nitrógeno inorgánico por lo que frecuentemente es necesario añadirle sales de amonio. Por otra parte el contenido de proteínas es relativamente alto, debido a ello es un excelente medio de crecimiento para microorganismos que requieran aminoácidos y sean capaces de hidrolizar las proteínas³³

En la tabla 7 se presenta la composición de algunos sueros fluidos y en polvo comerciales.

Tabla. 7: Composición de algunos sueros fluidos y en polvo comerciales.

Componentes	Suero dulce	Suero ácido	Suero ácido	Suero dulce	Suero ácido
	Fluido	Fluido	concentrado	en polvo	en polvo
Sólidos totales	6.35 %	6.5 %	64.0 %	96.5 %	96.0 %
Humedad	93.70 %	93.5 %	33.5 %	3.5 %	4.0 %
Grasa	0.5 %	0.04 %	0.6 %	0.8 %	0.6 %
Proteína total	0.8 %	0.75 %	7.6 %	13.1 %	12.5 %
Lactosa	4.85 %	4.90 %	34.9 %	75.0 %	67.4 %
Cenizas	0.50 %	0.80 %	8.2 %	7.3 %	11.8 %
Acido láctico	0.05 %	0.40 %	12.0 %	0.2 %	4.2 %

Fuente. Kosikowski 1982.Citado por Gutiérrez Edgar 2006.)

Muy a pesar de su excelente contenido nutricional, la manipulación del lactosuero desecho de la producción de queso, es un problema caro y complicado para el productor. Puesto que se obtiene en grandes volúmenes, y cuando no se puede

³³ *Ibíd.*, Pag, 273

comercializar todo, puede convertirse en un afluente contaminante con una demanda bioquímica de oxígeno superior a 32000 mg de oxígeno/L de suero³⁴

Las proteínas y la lactosa se transforman en contaminantes cuando el fluido es arrojado al medio ambiente sin ningún tipo de tratamiento, debido a que la carga de materia orgánica que contiene permite la reproducción de microorganismos³⁵.

3.5.1 Proteína del suero lácteo.

Las proteínas del lactosuero, que representan alrededor del 20.0 % de las proteínas de la leche de vaca se definen como aquellas que se mantienen en solución tras precipitar las caseínas a pH 4,6 a una temperatura de 20.0 °C. Trabajos realizados, demostraron que estas proteínas son del tipo albúminas, las cuales son solubles en agua destilada.

La polémica lactoalbúmina - lactoglobulinas ha dejado los nombres para las dos principales proteínas del lacto suero, aunque las dos son realmente "albúminas,"³⁶ que representan conjuntamente el 70.0 % de las proteínas del lactosuero de vaca. Entre sus propiedades funcionales se destaca su solubilidad incluso a pH de 4.5. Si no se calientan, sus propiedades emulsionantes, espumantes y su capacidad de gelificación se recuperan por ultrafiltración o intercambio iónico, con secado a temperaturas lo más bajas posible para evitar su desnaturalización.

³⁴ Kosikowski., 1982 y Baudi 1977 citado por Gutiérrez F, Edgar. 2006. Desarrollo de una bebida de una bebida de suero dulce de la fabricación de suero fresco, fermentada con cultivos *Lactobacillus helveticus* y *Streptococcus salivarius* var. *Thermophilus* [TCC – 20], adicionada con cultivos probióticos *paracasei* sub. sp. *Paracasei* Lc – 01 Trabajo de grado [online] ciudad "U" Rodrigo Facio, disponible en Internet:

[WWW. Ta, ucr, ac, cr / trabajo de graduación. Html _ 173](#)

³⁵ *Ibíd.*, Pag, 42

³⁶ SEBELIEN. 1885. Citado por CALVO, Miguel. 1989. Química de alimentos: proteínas del lacto suero [online]. Artículo Disponible en Internet: [Milksci, uizar, es / bioquímica / temas / proteínas lacto suero. Htm](#)

- **α -lactoalbúmina**

La α -lactoalbúmina es una proteína que se encuentra en la leche de casi todas las especies, con la excepción de algunas focas. Su misión biológica es la síntesis de la lactosa, siendo la estructura reguladora de una galactosil transferasa mamaria. En ausencia de α -lactoalbúmina, este enzima transfiere la galactosa a los glicanos de las glicoproteínas. Es una proteína formada por una sola cadena polipeptídica de 123 aminoácidos con un peso molecular de unos 14.200. Su estructura terciaria muy compacta y globular, está mantenida por cuatro puentes disulfuro con una zona de hélice α y otra de hojas plegadas β . Su punto isoeléctrico se encuentra alrededor de 4,8. Desde el punto de vista nutricional, la α -lactoalbúmina es importante dada la abundancia de triptófano, 4 residuos por molécula, lo que representa un 6.0 % en peso. La α -lactoalbúmina es una de las proteínas de la leche que pueden causar alergia a este alimento³⁷.

- **β -lactoglobulina**

La β -lactoglobulina es la proteína más abundante en el lactosuero bovino, en el que alcanza concentraciones de 2.0 a 4.0 mg/ml, representando alrededor de la mitad de las proteínas del lactosuero. Está presente también en la leche de otras especies como la yegua y la cerda pero no se encuentra en la leche humana. Está formada por una sola cadena de 162.0 aminoácidos con un peso molecular de unos 18.400. Su secuencia se conoce desde 1976³⁸

Esta proteína se enlaza con el retinol y juega un papel importante en la absorción de disponibilidad de vitamina A. Esta misma proteína se considera como el mayor alérgeno de la leche debido a las reacciones que produce en algunos consumidores.³⁹ Es capaz de interactuar con distintas moléculas hidrofóbicas, especialmente el retinol y los ácidos grasos. Esta propiedad, además de estar

³⁷ *Ibíd.*, pag. 116

³⁸ *Ibíd.*, pag. 116

³⁹ Wisconsin center of Dairy Research, 2002, citado por GUTIÉRREZ, Edgar 2006. *OP. cit.* Pag. 12

probablemente relacionada con su función biológica hace que tenga buenas propiedades emulsionantes, así como tiene la característica de ser la más hidrofóbica de las proteínas comunes del lactosuero. Su función no se ha establecido todavía con seguridad, aunque probablemente, al menos en el caso de los rumiantes, se trata de una proteína transportadora de ácidos grasos que ejerce su función en el tubo digestivo del lactante.⁴⁰

- **Inmunoglobulinas**

Las inmunoglobulinas son proteínas que forman parte del sistema de defensa contra microorganismos. La estructura básica con forma de **Y** está constituida por dos cadenas ligeras y dos cadenas pesadas. Cada cadena ligera está unida a una cadena pesada por un puente disulfuro, mientras que las dos cadenas pesadas se unen entre sí mediante dos puentes disulfuro.⁴¹

- **Albúmina**

La albúmina de la leche es la misma que se encuentra en la sangre y procede de ella. Es una proteína relativamente grande con una cadena formada por 528 aminoácidos⁴². En el lactosuero se encuentra en una concentración de alrededor de 0,4 mg/ml.

- **Lactoferrina**

La lactoferrina es una proteína fijadora de hierro emparentada estructuralmente con la transferrina de la sangre y con la ovotransferrina del huevo. Tiene carácter básico con un punto isoeléctrico próximo a 9.0

Es abundante en la leche humana, encontrándose también en concentraciones significativas en la leche de los rumiantes y en la de yegua.

⁴⁰ CALVO, Miguel. 1989. *OP. Cit.* Pag. 117

⁴¹ *Ibíd.*, pag. 116

⁴² *Ibíd.*, pag. 116

En todos los casos, la concentración es mayor en el calostro y en el periodo de secado, pero en la leche humana se mantiene también una concentración significativamente elevada a lo largo de toda la lactación. Por tal motivo presenta un nivel bajo de hierro, ya que una de sus misiones es la protección del recién nacido mediante el secuestro del hierro haciendo éste indisponible para las bacterias y para la formación de radicales libres en las reacciones de oxidación. Esta proteína es obtenida del lactosuero bovino y se utiliza en algunos países, especialmente en Japón como ingrediente de alimentos infantiles⁴³.

3.5.2 Otras proteínas del lactosuero

Son proteínas que están presentes en una fracción muy pequeña y son difíciles de clasificar. Entre ellos se destacan la lactolíinas y proteínas de la membrana del glóbulo graso⁴⁴

El glucomacropéptido (GMP), conocido también como el macropéptido de la caseína. Es una proteína presente en el suero, debido a la acción de la quimosina desdoblándola en k-caseína durante la coagulación enzimática de la leche. El GMP puede llegar a alcanzar de un 10% a un 15% de las proteínas del suero, siempre y cuando se halla utilizado quimosina⁴⁵. También tiene la propiedad de ligar las toxinas del *Vibrio Cholerae* y *Escherichia Coli*

Esta proteína puede prevenir la formación de caries. La agregación de plaquetas interactúa con anticuerpos y protege contra bacterias y virus. Sin embargo, todas estas propiedades deben ser estudiadas con mayor profundidad⁴⁶.

⁴³ *Ibíd.*, pag. 116

⁴⁴ Spres, 1991, citado por GUTIÉRREZ, Edgar. 2006. OP., citp. Pág. 11

⁴⁵ *Ibíd.*, pag. 12

⁴⁶ *Ibíd.*, pag. 12

3.6 APLICACIONES Y PRODUCTOS ACTUALES OBTENIDOS A PARTIR DEL SUERO LÁCTEO.

Actualmente el suero derivado de la producción quesera utiliza para producir suero en polvo dulce y ácido, suero condensado, suero deslactosado y desmineralizado, obtención de proteína, lactosa, siropes, quesos, además de obtener alcohol etílico, vinagre y ácido láctico⁴⁷.

3.7 DEFINICIÓN Y GENERALIDADES DE LOS CULTIVOS LACTICOS

Los cultivos lácticos se definen como bacterias que poseen una serie de características comunes como ser fermentadoras de carbohidratos, productoras de ácido, ser ácido tolerantes, Gram. Positivas no esporuladas, catalasa negativa, incapaces de reducir los nitratos preferentemente anaeróbicas y usualmente no móviles. Estos cultivos pueden clasificarse según el metabolismo energético y su temperatura de acción. En cuanto al metabolismo, de acuerdo a los productos obtenidos en la fermentación de los monosacáridos y en relación a la glucosa pueden dividirse en homofermentantes y heterofermentantes, aunque ese carácter puede ser obligado o facultativo cuando se considera más de un tipo de carbohidratos. Las homofermentantes convierten la glucosa prácticamente en una única sustancia el ácido láctico (fermentación homo-láctica), mientras que las heterofermentantes producen además de ácido láctico, CO₂ + ácido acético ó ácido láctico + CO₂ + etanol (fermentación hetero-láctica)⁴⁸

Con respecto a su temperatura de desarrollo se pueden clasificar en. Bacterias Mesófilas, son aquellas que se desarrollan entre 20.0 y 30.0 °C de las cuales podemos citar: *Streptococcus Lactis*, *Streptococcus Lactis var. Diacetylactis*, *Streptococcus Cremoris*, *Leuconostoc Cremoris*, *Leuconostoc Lactis*, *Lactobacillus Cassei* y *Lactobacillus Plantarum*. Muchas de ellas se logran desarrollar a 10.0 °C;

⁴⁷ Ibíd., pag. 8

⁴⁸ MARTEGANI, Héctor. 2006. *Op., citp.* Pag, 4

Bacterias termófilas, que se desarrollan a 37.0 – 45.0° C y en las cuales se encuentran las siguientes especies: *Lactobacillus Bulgaricus*, *Lactobacillus Helveticus*, *Lactobacillus Acidophilus*, *Streptococcus Thermophilus*⁴⁹.

Estos microorganismos son de gran importancia por su aplicación industrial en productos como el yogurt; donde el *Lactobacillus Bulgaricus* y el *Streptococcus Thermophilus*, desdoblan la lactosa presente en la leche y además dotándola de un olor y sabor característico para que pueda ser consumida por personas con intolerancia. Por otra parte el *Lactobacillus Lactis*, se utiliza en la elaboración de queso que requieran altas temperaturas durante su manufactura como el queso tipo Emmenthal, Parmesano provolonne y Gruyere.

De acuerdo con FAO (1983) es conveniente agregar cultivos a la leche utilizada en la fabricación de quesos, para orientar la acidificación de la lactosa hacia ácido láctico, ya que este influye en los siguientes aspectos⁵⁰:

- La coagulación, ya que el p.I (punto isoeléctrico) de la caseína es 4.6 y el cuajo tiene un pH óptimo de 4.0, mientras que el pH óptimo de coagulación de la leche es de 5.2, para descomposición proteica en la maduración.
- Desuerado: Se favorece porque a bajo pH hay menos retención de agua en la caseína.
- Conservación: A menor pH mayor inhibición de bacterias contaminantes.
- Cuerpo: Mejora la consistencia por el intercambio de iones de calcio e hidrógeno en la caseína.
- Sabor: Mejora gracias al ácido láctico presente.

⁴⁹ Ibíd., pag. 5

⁵⁰ CONTRERAS, Luís A y SALGADO, Osvaldo. 2007. *Op., cit.* Pag

- Maduración: Las proteasas que intervienen en la maduración del queso tienen un pH ideal de 5.0 a 6.0.
- El aroma: Aparte de bacterias acidificantes puede haber presencia de aromatizantes como *S. Diacetylactis* y *L. Cremoris* que influyen el sabor y la textura del queso.

3.7.1 Cultivos lácteos en la industria alimentaría.

Antes de que se realizara la aplicación de la microbiología a la industria alimentaría, los productos lácteos eran producidos solamente por fermentaciones naturales condicionadas por el medio ambiente y condiciones locales. Con el uso de la pasterización se volvió necesario sustituir la flora natural en la leche por floras seleccionadas y controladas producidas en condiciones térmicas que garanticen una estandarización rigurosa.

Para casi todos los quesos se usan cultivos de uso universal. Los cultivos de uso universal, son bacterias que fermentan la lactosa con producción de ácido láctico y generalmente se usan con bacterias que fermentan el ácido cítrico y citratos con producción de elementos de aroma⁵¹.

Entre las funciones más comunes de los fermentos lácteos se mencionan las siguientes:

- Establecer las bacterias de tipo necesario en el queso.
- Asegurar el desarrollo del ácido que promueve la acción del cuajo y la sinéresis (contracción coloidal).
- Mantener la fermentación láctica de la cuajada durante todo el tiempo necesario y asegurar el PH característico del queso.

⁵¹ Cultivos iniciadores en leches fermentadas.2008. Rev. Mundo lácteo y carnico. [online]. Disponible en www.mundo lacteoycarnico.com

- Frenar por el ácido y por competencia biológica el desarrollo de gérmenes perjudiciales.

En las tablas 8, 9 y 10 se presentan las bacterias más comunes, su uso, así como el origen de los productos en los que se utiliza

Tabla. 8: Bacterias más comunes en la industria Láctea

Cultivos	Clase de genero	Bacterias especies	Clase de fermentación
Mesófilas	<i>Streptococcus</i> <i>Leuconostoc</i>	<i>Lactis, Cremoris,</i> <i>Diacelactis</i>	Homofermentativas
		<i>Citrovorum,</i> <i>Dextranicum</i>	Heterofermentativas
		<i>Thermophilus</i>	
		<i>Streptococcus</i>	Homofermentativas
Termófilas	<i>Lactobacillus</i>	<i>Bulgáricus, Helveticus,</i>	Heterofermentativas
		<i>Bifidus, Cassei,</i>	Heterofermentativas
		<i>Acidophilus</i>	
Bacterias propionicas	<i>Propionibacterium</i>	<i>Shermanii, Petersonii</i>	Heterofermentativas

Fuente: Manual técnico de derivados lácteos iii, editorial unad. 2002, citado por contreras y salgado.2007,

Tabla. 9: Utilización de Bacterias Termófilas en Derivados lácteos

Especie	Utilización
<i>Streptococcus Thermophilus, Lactobacillus</i> <i>Bulgaricus</i>	Yogurt
<i>Streptococcus Thermophilus, Lactobacillus</i> <i>Bulgaricus, Lactobacillus Helveticus,</i> <i>Lactobacillus Lactis, Lactobacillus Cassei.</i>	Quesos duros (Grana, Emmenthal, Gruyere, Provolonne)
<i>Lactobacillus Acidophilus, Lactobacillus</i> <i>Bulgaricus</i>	Leches acidofilas, kumis
<i>Lactobacillus Bifidus, Lactobacillus Acidophilus</i>	Biogurt, Yogurt y kumis

Fuente: Manual técnico de derivados lácteos iii, editorial unad. 2002, citado por contreras y salgado.2007

Tabla.10: Cultivos indicadores, proporción de fermentos adicionados, temperaturas de inoculación utilizadas en la elaboración de algunos quesos

Quesos	Origen	Cultivos empleados	Porcentaje de fermentos (%)	Temperaturas de inoculación	Características del queso
Cottage	Ingles	<i>Lactobacillus lactis</i> , <i>Lactobacillus Cremoris</i> , <i>lactococcus Mesenteroides</i> , <i>Leuconostoc</i> <i>Citrovorum</i>	1.0 – 2.5	32	Blando, Fresco
Camembert	Francés	<i>Penicillium Candidum</i> , <i>Penicillium</i> <i>Camembert</i> , <i>Lactobacillus</i> , <i>lactococcus</i> <i>Mesenteroides</i> , <i>Lactobacillus lactis</i> , <i>Lactobacillus Cremoris</i>	0.3- 2.0	34	Blando, Maduro
Gorda	Español	<i>Lactobacillus Lactis Lactis</i> , <i>Lactobacillus</i> <i>Lactis Mesenteroides</i> , <i>Lactobacillus</i> <i>Cremoris</i>	0.5 – 1.0	29 – 30	Semimaduro, Madurado
Parmesano	Italiano	<i>Lactobacillus Lactis Lactis</i> , <i>Lactobacillus</i> <i>Cremoris</i> , <i>Lactobacillus Delbrueckii</i> , <i>Bulgáricus Salibaricus</i> , <i>Streptococcus</i> <i>Thermophilus</i>	0.75 – 1.0	32	Extraduro, Madurado
Roquefort	Francés	<i>Penicillium Roquefort</i>	0.02 – 5.0	30	Pasta blanda, Madurado
Cheddar	Ingles	<i>Streptococcus Cremoris</i> , <i>Streptococcus</i> <i>Lactis</i>	0.5 – 1.0	29 – 32	Semiduro, Madurado
Emmenthal	Suizo	<i>Streptococcus Thermophilus</i> , <i>Lactobacillus</i> <i>Bulgáricus</i>	0.0 – 15.0	40 – 42	Semiduro, Madurado
Manchego	Español	<i>Leuconostoc Lactis</i>	2.0 – 2.5	30 – 32	Semiduro, Madurado
Brie	Francés	<i>Penicillium Candidum</i> , <i>Brevibacterium</i> <i>Linaes</i>	0.5 – 1.0	25 – 30	Pasta blanda, Madurado
Mozzarella	Español	<i>Streptococcus Cremoris</i> , <i>Streptococcus</i> <i>Thermophilus</i> , <i>Lactobacillus Bbulgáricus</i>	0.05 – 0.5	35 – 42	Fresco, Cocido

Fuente: Tecnología de Productos Lácteos, Editorial Acribia, 2000, Citado Por Contreras Y Salgado, 2007

4. MARCO LEGAL

Esta investigación acoge los decretos de resolución emanados por el Ministerio de Protección Social de la República Colombiana y por el Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos (INVIMA)

- Resolución numero 02310 de 1986 que regula lo concerniente a procesamiento, composición, requisitos, transporte y comercialización de derivados lácteos.
- Resolución numero 1804 de 1989 por la cual se modifica la resolución 02310 de 1986.
- Decreto 616 del 28 de febrero del 2006 por el cual se reglamenta las condiciones mínimas de la leche para consumo directo e indirecto.
- Decreto 3075 de 1997 el cual regula las actividades de fabricación, procesamiento, preparación, envase, almacenamiento, transporte, distribución y comercialización de alimentos en el territorio nacional.
- Resolución 02826 de 1996 por el cual se hace una adición al artículo 46 de la resolución numero 2310 del 24 de febrero de 1986 y el artículo 3 de la resolución numero 1804 del 13 de febrero de 1989.
- Resolución 4547 del 3 de diciembre de 1998 el cual define los exámenes de laboratorios en alimentos y bebidas alcohólicas en salud pública, departamentales y distritales, los laboratorios clínicos y los laboratorios de citohistopatología.
- Resolución 2387 del 12 de agosto de 1999 por la cual se oficializa la norma técnica colombiana NTC 512-1 relacionada con el rotulado de alimentos

5. METODOLOGIA.

La presente investigación esta enmarcada dentro de la dinámica de la investigación aplicada en la modalidad de trabajo investigativo y en las líneas de fermentaciones y transformación de materias primas de origen animal, existentes en la universidad de sucre. Se ha planteado con el propósito de emplear conocimientos derivados de la investigación básica en fermentación para determinar con la mayor confiabilidad posible relaciones de causa-efecto en la elaboración de queso a partir del uso de microorganismo.

HIPOTESIS

“El empleo de cultivos mixtos convencionales en la etapa de acidificación del suero para elaboración de queso mejora las características fisicoquímicas, microbiológicas y organolépticas de este producto incrementando además su rendimiento”.

VARIABLES

Variables independientes: tipo de microorganismos, y tipo de suero. La descripción de los tratamientos se presenta a continuación

Tratamiento. A; suero entero + cultivo (*Streptococcus Thermophilus* con *Lactobacillus Bulgaricus*)

Tratamiento. B; Suero entero + cultivo (*Streptococcus Thermophilus* con *Lactobacillus Helveticus*).

Tratamiento. C; suero desproteinizado + cultivo (*Streptococcus Thermophilus* con *Lactobacillus Bulgaricus*)

Tratamiento. D; suero desproteínizado + cultivo (*Streptococcus Thermophilus* con *Lactobacillus Helveticus*)

Tratamiento testigo suero + ácido acético

VARIABLES DEPENDIENTES: entre estas hace parte, la acidez en el suero, rendimiento, características de calidad (físico químico, microbiológico y organoléptico)

5.1 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO FERMENTATIVO Y ELABORACIÓN DEL QUESILLO.

5.1.1 Preparación de los cultivos:

Inicialmente se procedió a pesar dos muestras de 0.6 g de cada cultivo. Seguidamente se disolvieron 90.0 g de leche en polvo en 200.0 ml de leche UAT (UHT) en un recipiente metálico a una temperatura de 45.0 °C, los cuales se dividieron en 4 erlenmeyers para luego adicionar las cantidades de cultivos previamente pesados. La mezcla obtenida se mantuvo a una temperatura de 40-42.0 °C durante un tiempo de 30.0 minutos en una incubadora a fin de activar el cultivo.

Para la preparación del suero se midieron 13.2 L de suero fresco proveniente de la elaboración del queso costeño con una acidez inicial de 11.0 °Dornic. Este volumen se dividió en dos partes iguales para suministrarles un tratamiento de calor diferente.

La primera parte se calentó hasta alcanzar una temperatura de 60.0 °C por 30.0 minutos a fin de higienizar el suero disminuyendo la carga bacteriana para garantizar el crecimiento de los cultivos seleccionados. A su mismo la parte restante se calentó hasta alcanzar una temperatura de 90.0 °C con el fin de realizar una desproteínización del suero. Después se le disminuyó la temperatura hasta 55.0 °C para suplementarlo con 60.0 g de suero de leche resolviendo con agitación constante hasta descender la temperatura nuevamente hasta 40.0 °C en

la mezcla. Seguidamente se le adiciono 0.9 g de lactasa (0.13 g / L de suero) dejándolo actuar durante una hora.

Para la distribución de los sueros se utilizaron cuatros termos, introduciendo en ellos, envases plásticos; con un volumen de 3.3 L de suero en su interior. Posteriormente se distribuyo la mezcla de cultivos en cada uno de estos, sellando consecutivamente y marcado con el nombre del tratamiento los termos. De esta forma se les adiciono agua a 45.0 °C para conservar la temperatura óptima del crecimiento de los microorganismos por mayor tiempo. Realizándose así controles y regulaciones periódicas de temperatura con agua a 60.0 °C para favorecer la transferencia calor.

El comportamiento de los diferentes cultivos con respecto a la Producción de acido láctico se midió en intervalos de tiempo de 16, 48, 64 horas a partir del momento de incubación, El grado de acidez de los sueros se estableció por medio de titulación con NaOH a 0.1 N y fenolftaleína como indicador.

5.2 Caracterización de la leche de vaca empleada:

En primera instancia se determino el hato del cual se obtuvo la materia prima para la elaboración de los quesillos. Teniendo en cuenta parámetros como cercanía del sitio de ordeño a la planta, contenidos de sólidos en la leche, y recuentos microbiano por debajo de 700.000 UFC/ml (unidades formadoras de colonia por mililitros de leche) según el decreto 616 de 2006 del ministerio de protección social de la republica colombiana

La leche de la hacienda san francisco, ubicada a las afueras de la ciudad de Sincelejo capital del departamento de sucre, cumplió las parámetros mencionados anteriormente.

Los animales fueron ordeñados a la 6.0 a.m. de forma manual con la respectiva asepsia de los ordeñadores y utensilios de recolección y manipulación de la leche. Siguiendo por los parámetros de las BPO (Buenas Practicas de Ordeño).

Debido a que la distancia del hato a la planta es de 3.0 kilómetros no se requirió de la refrigeración de la leche para su conservación.

Tras haber transportado la leche a la planta, se tomo una muestra de esta para el análisis fisicoquímico de los siguientes parámetros: grasa, proteínas, lactosa, sólidos totales, realizados por medio de un instrumento automático utilizado en la empresa Colquesos S.A. llamado EKOMILK, que realiza lecturas de los sólidos mediante ondas de ultrasonido. También se realizo índice de peroxido, test de antibiótico, análisis del suero, y acidez de la leche. (Ver Tabla 11)

5.3 Elaboración del quesillo:

En el anexo v se aprecia el diagrama de flujo seguido durante el proceso

- **Recepción de la leche:** se recibió la leche en Cantinas de plástico (MILKAN) con capacidad de 40.0 L ;
- **Filtrado de la leche:** se utilizo telas de muselina a fin de eliminar las macro impurezas y partículas externas que proceden desde el ordeño.
- **Mezclado de la leche:** una vez filtrada la leche, se procedió a agitarla para distribuir uniformemente todos los sólidos de esta misma.
- **Calentamiento de la leche:** luego de la filtración, se vertió toda la leche en una marmita con el objetivo de alcanzar la temperatura optima de acción del cuajo (32.0 °C)
- **División de los volúmenes de leche para los tratamientos:** se utilizaron 7.0 L por cada tratamiento y 35 por ensayo o repetición

- **Adición del cuajo:** adquirida la temperatura de coagulación, se adiciono por cada 7.0 L de leche, 2.0 ml extraídos de una solución 0.2 g de cuajo maxiren en 10ml de agua destilada agitando por 2.0 minutos y dejando que este actuara por un tiempo de 10.0 minutos. Alternamente se calculo la cantidad de suero producto del tratamiento seleccionado mediante un cuadro de pearson.
- **Adición de suero:** pasados los 10.0 minutos y tras haber calculado la cantidad de suero a adicionar, se incorporo este a la leche logrando una distribución uniforme hasta conseguir la formación de la cuajada total, la cual se aglomero y se mantuvo en suspensión.
- **Desuerado:** con la obtención del aglomerado se procedió a retirar el suero, retirando la cuajada del balde y vertiendo el suero en otro recipiente con un colador a fin de recuperar restos de cuajada.
- **Reposo:** con el objeto de conseguir un incremento en la acidez de la cuajada alrededor de 38.0 °Dornic, se dejo esta en reposo por un tiempo prudente hasta alcanzar dicha acidez.
- **Hilado:** durante esta etapa se llevo la cuajada a una marmita en la cual por acción del calor se logro un cambio en la textura y masa del quesillo finalizando el proceso cuando la cuajada empezó a formar hilos ó cordones largos y brillantes adicionando 12.0 g de sal pesados con anterioridad.
- **Moldeo y peso de la cuajada:** la cuajada hilada se lleva a un cuarto de moldeo donde se realizó una manipulación de esta con el objeto de disminuirle la temperatura hasta 60.0 °C para dar firmeza a la masa, seguidamente se peso para obtener la cantidad de cuajada en kilogramos con lo cual se estableció el rendimiento. Por ultimo se adicion.o la pasta en moldes de acero inoxidable donde tomo su forma.

- **Enfriamiento:** los quesillos fueron llevados a un cuarto de enfriamiento a una temperatura de 2.0 °C por 24.0 horas con objeto de conseguir una mayor firmeza y mejor textura.
- **Desmolde y empaque:** se empacaron los quesillos en bolsas de plásticos de 2.5Kg para protegerlos de la humedad y de la contaminación.
- **Almacenamiento:** los quesillos se almacenaron en un cuarto frío con una temperatura de (0 – 2.0 °C) con el fin de obtener un mayor tiempo de conservación del producto.

5.4 FASES DE LA INVESTIGACIÓN: El desarrollo de la presente investigación se realizó en tres fases

5.4.1 Fase 1: Análisis de la acidificación del suero

5.4.1.1 Análisis de acidificación en los sueros

Para medir el comportamiento de acidificación se realizaron muestreos de la acidez a las 16.0, 48.0, 64.0 horas a partir del momento de incubación, mediante titulación con hidróxido de sodio 0.1 N y fenolftaleína hasta que se alcanzara el nivel de acidez requerido para la coagulación. Finalmente se analizaron los datos mediante un ANOVA FACTORIAL con el cual se determinó la influencia de las variables tratamiento y tiempo sobre la producción de acidez en el suero con un nivel de significancia del 5.0 % ver (Anexo A)

5.4.2 Fase 2: Análisis del rendimiento

5.4.2.1 Análisis de rendimiento.

Para el análisis de rendimiento de los quesos obtenidos, se siguió el procedimiento utilizado en la planta Colquesos S.A. pesando la masa en una

bascula electrónica y estableciendo el rendimiento como litros de leche utilizado / kg de queso obtenido.

Para el análisis se aplicó un diagrama descriptivo de caja y bigote con el fin de observar la variabilidad entre los tratamientos ver (Anexos H e I); así como la influencia de la variable tratamiento sobre el rendimiento mediante un ANOVA de bloques completamente al azar a un nivel de significancia del 5.0 %, (ver anexo k)

5.4.3 Fase 3 Análisis de las características de calidad (microbiológica y fisicoquímica)

5.4.3.1 Características microbiológicas

Se evaluó el contenido de coliformes totales así como el contenido de levaduras y hongos, mediante la técnicas de número más probable y siembra en placa profunda respectivamente conforme la norma (NSP Resolución 01804 – feb. 03. /89). (Tablas 17 y 18)

5.4.3.2 Características fisicoquímicas

Después de la obtención de los diferentes quesillos se realizaron los siguientes análisis:

1. Grasa; Método De Guerber
2. Humedad; Método Gravimetrico
3. Hilado; Comparación De Longitudes

Estos análisis se realizaron en el laboratorio de la planta pasadas las 24.0 horas de su almacenamiento, tomando una muestra de la parte interna del bloque del quesillo siendo esta la más representativa del mismo.

Para el análisis de los datos obtenidos en las características fisicoquímicas (humedad, grasas, hilado) se utilizo al igual que el rendimiento un análisis descriptivo de caja y bigote para observar la variabilidad entre tratamiento (Ver

anexos B, C, D, E, F, G) Y un análisis de varianza (ANOVA) de bloques completamente al azar con un nivel de confianza del 5.0 %. Para determinar la influencia de la variable tratamiento, sobre las propiedades mencionadas.

5.4.3.3 Análisis de Braunny

Esta característica tiene su fundamento en la determinación del grado de pardeamiento que puede obtener un queso durante el horneado a una temperatura de 230.0 °C por 5.0 minutos calificando esta prueba mediante un análisis visual (ver resultados Figura 6)

5.4.4: Análisis organoléptico de los quesillos

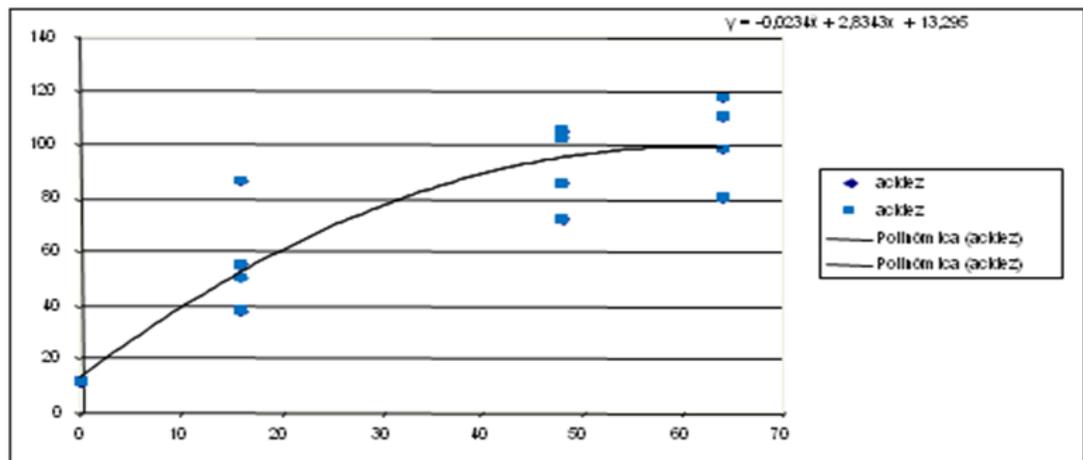
Se llevo a cabo de acuerdo con unas pruebas afectivas ó pruebas de grado de Satisfacción, realizando un tés de comparación múltiple (ver anexos T) entre los quesillos elaborados por los tratamientos. Esta evaluación se realizo en cuatro secciones, debido a que los quesos elaborados se obtuvieron en días diferentes, participando alrededor de 30 personas por ensayo. Posteriormente se analizó la influencia de los diferentes tratamientos sobre el agrado de los panelistas hacia el producto por medio de un ANOVA de bloques completamente al azar, asignándoles unos puntajes numéricos del 1 al 7 a la escala hedónica, donde el 1 equivale al grado me disgusta mucho, hasta llegar al nivel me gusta mucho representado por el numero 7.

Para tener mas claridad con respecto a las diferencias entre los tratamientos se aplico una prueba de medias de tukey, (ver anexos O y P) prueba que identifico los quesillos de mayor agrado por parte de los panelistas para luego hacer una comparación sobre el agrado de los jueces en cuanto a las características de aroma, textura y sabor con el quesillo testigo, por medio de una prueba t de student

6 RESULTADOS.

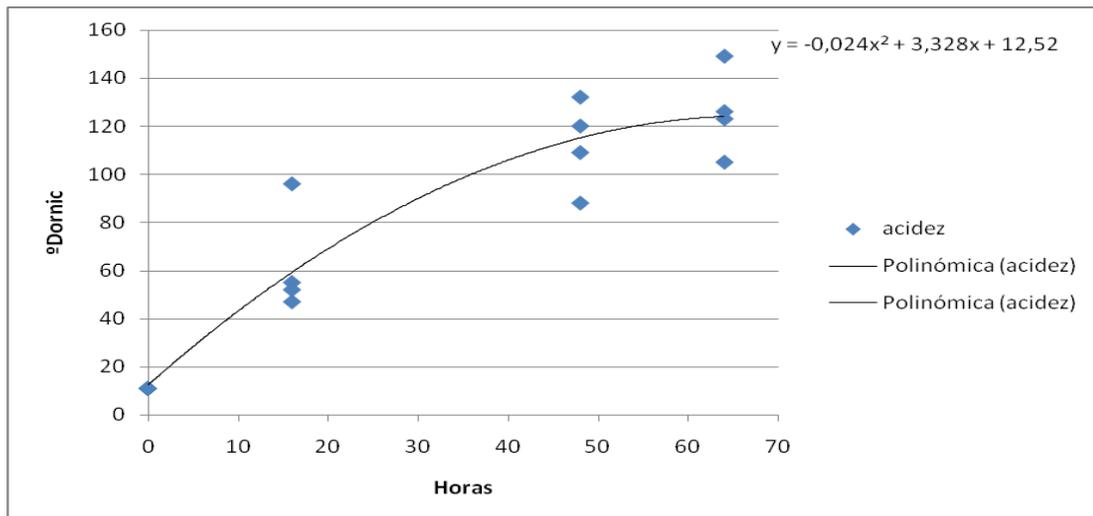
En las figuras 2, 3, 4 y 5 se puede observar la acidificación de los sueros por la inoculación de los microorganismos.

Figura. 2: Acidificación del lactosuero entero por la inoculación de *Streptococcus Thermophilus* y *Lactobacillus Bulgaricus*



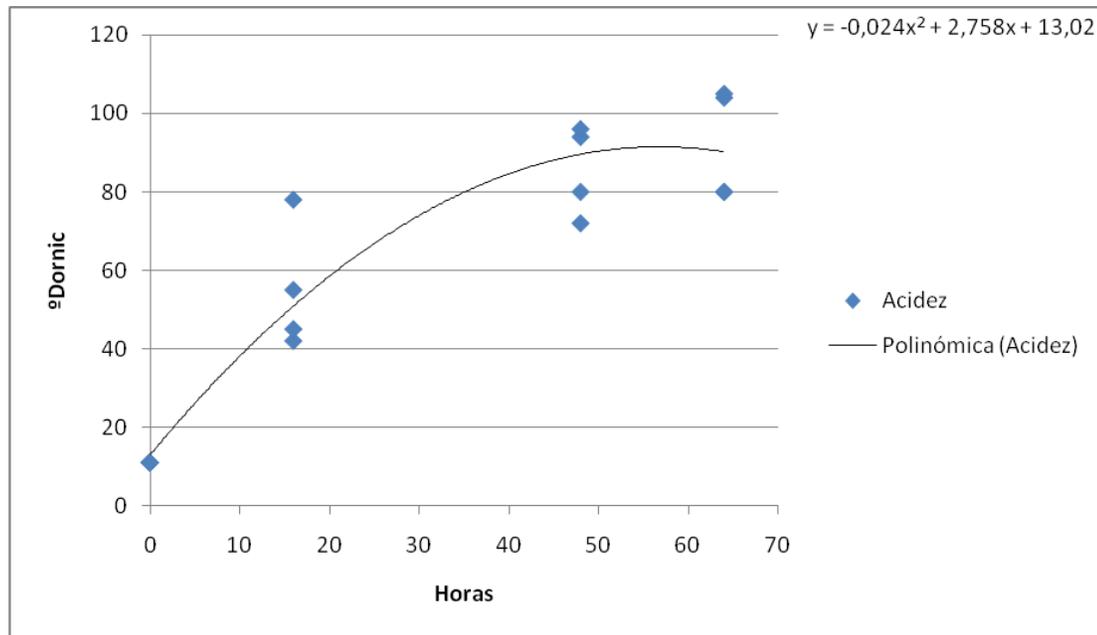
Fuente; Autores Del Estudio

Figura.3: Acidificación del lactosuero entero por la inoculación de *Streptococcus Thermophilus* y *Lactobacillus Helveticus*



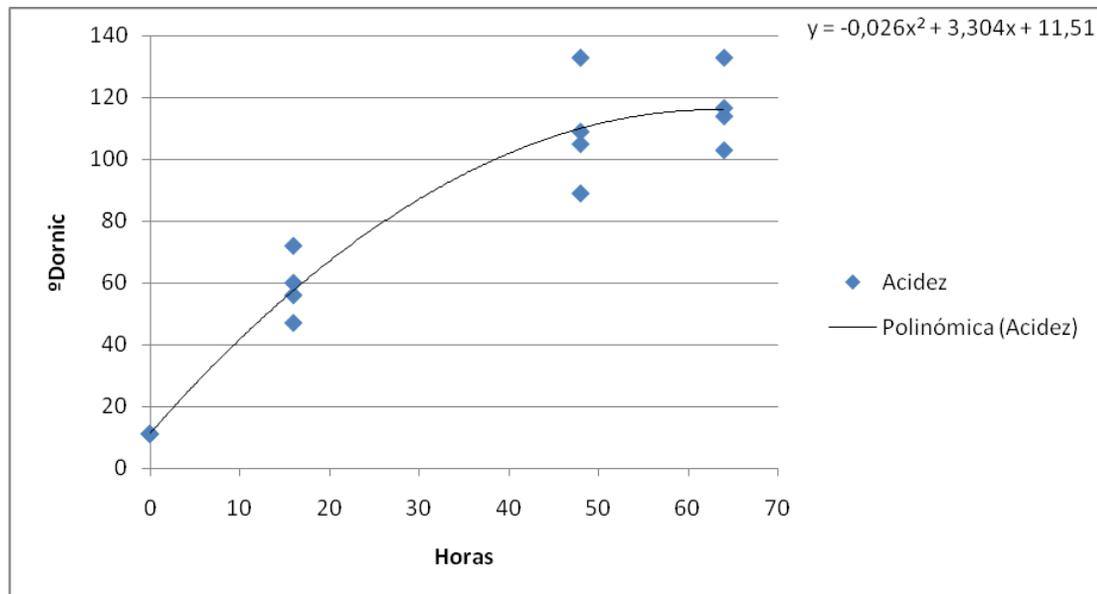
Fuente; Autores Del Estudio

Figura.4: Acidificación del lactosuero desproteinizado por la inoculación de *Streptococcus Thermophilus* y *Lactobacillus Bulgaricus*



Fuente; Autores Del Estudio

Figura. 5: Acidificación del lactosuero desproteinizado por la inoculación de *Streptococcus Thermophilus* y *Lactobacillus Helveticus*



Fuente; Autores Del Estudio

6.1 CARACTERIZACIÓN DE LA MATERIA PRIMA

Las propiedades físico químicas de la leche utilizada para cada repetición se presentan en la tabla 11

Tabla. 11 Características físico químicas de la materia prima
(Leche de vaca cruda entera)

Días	Grasa (%)	Sólidos no grasos (%)	Sólidos totales (%)	Proteínas (%)	Lactosa (%)	Humedad (%)	Tés De peróxido	Tés De Antibiótico	Prueba de suero
1	4.90	8.78	13.68	3.68	5.00	86.32	Neg	Neg	Neg
2	4.98	8.62	13.6	3.62	5.00	86.4	Neg	Neg	Neg
3	4.99	8.89	13.88	3.83	5.06	86.12	Neg	Neg	Neg
4	5.13	8.91	14.08	3.68	5.08	85.9	Neg	Neg	Neg

Fuente; Autores Del Estudio

6.2 VARIABLES MEDIDAS DURANTE EL PROCESO DE ELABORACIÓN DE LOS QUESILLOS.

Durante la elaboración de los quesillos se registraron valores de las variables inherentes al proceso, plasmándose estas en las tablas 12, 13, 14 y 15 con el objetivo de tener un control durante el proceso

Tabla. 12: obtención de las variables en la primera repetición

Tratamiento	Acidez de la leche °Dornic	Acidez del suero °Dornic	Litros de suero	Acidez de la Cuajada °Dornic	Tiempo de Hilado (min.)	Peso (gr.) de la cuajada	Temperatura (°c) hilado
TA	16	90	3,36	34	6,28	1050	72
TB	17	112	2,3	37	4,36	1038	68
TC	17	93	3,03	30	5	1020	69
TD	19	109	1,86	38	5	1048	68
TESTIGO	19	219	0,82	42	5	1035	69

Fuente; Autores Del Estudio

Tabla.13: obtención de las variables en la segunda repetición

Tratamiento	Acidez de la leche ⁰ Dornic	Acidez Del Suero ⁰ Dornic	Litros de suero	Acidez de la Cuajada ⁰ Dornic	Tiempo de Hilado (min.)	Peso (gr.) de la cuajada	Temperatura (⁰ c) hilado
TA	19	114	1,98	37	6	980	70
TB	19	146	1,38	38	5,4	960	69
TC	19	115	1,96	36	5	780	68
TD	19	128	1,66	42	5	636	68
TESTIGO	20	156	1,2	40	5	760	68

Fuente; Autores Del Estudio

Tabla.14: obtención de las variables en la tercera repetición

Tratamiento	Acidez de la leche ⁰ Dornic	Acidez del suero ⁰ Dornic	Litros de suero	Acidez de la Cuajada ⁰ Dornic	Tiempo de Hilado (min.)	Peso (gr.) de la cuajada	Temperatura (⁰ c) hilado
TA	19	116	1,93	38	8	1016	73
TB	19	163	1,2	38	7	950	71
TC	20	120	1,75	36	5	1050	70
TD	22	126	1,46	41	6,2	1028	70
TESTIGO	22	156	1,08	42	5	896	69

Fuente; Autores Del Estudio

Tabla.15: obtención de las variables en la cuarta repetición

Tratamiento	Acidez de la leche ⁰ Dornic	Acidez del suero ⁰ Dornic	Litros de suero	Acidez de la Cuajada ⁰ Dornic	Tiempo de Hilado (min.)	Peso (gr.) de la cuajada	Temperatura (⁰ c) hilado
TA	17	117	2	35	8	1132	72
TB	17	123	1,93	38	6	1078	70
TC	17	88	3,35	34	5	990	68
TD	18	142	1,5	40	6	940	69
TESTIGO	19	120	1,8	38	5	960	69

Fuente; Autores Del Estudio

6.3 RESULTADOS DE RENDIMIENTO

Los resultados obtenidos por el efecto de cada tratamiento en la variable rendimiento se presentan en la tabla 16 expresada en L leche/ Kg queso

tabla.16: Rendimiento Promedio De Cada Tratamiento

Repeticiones	TA	TB	TC	TD	suero acido acético
R1	6,67	6,74	6,86	6,68	6,76
R2	7,14	7,29	8,97	11	9,21
R3	6,89	7,36	6,67	6,8	7,21
R4	6,18	6,49	7,07	7,49	7,29
TOTAL	26,88	27,88	29,57	31,92	31,07
MEDIA	6,72	6,97	7,39	7,98	7,76

Fuente; Autores Del Estudio

6.4 RESULTADOS MICROBIOLÓGICOS

En las tablas 17 y 18 se presenta los resultados microbiológicos de los recuentos de coliformes totales, hongos y levaduras expresados en UFC/gr

Tabla.17: recuento de coliformes totales

Repeticiones	TA	TB	TC	TD	Testigo
R1	< 10	<10	<10	10	<10
R2	<10	<10	<10	<10	<10
R3	<10	<10	<10	<10	<10
R4	<10	<10	<10	<10	<10

Fuente; Autores Del Estudio

Tabla.18; contenido de hongos y levaduras.

Repeticiones	TA	TB	TC	TD	Testigo
R1	< 10	<10	<10	10	<10
R2	<10	<10	<10	<10	<10
R3	<10	<10	<10	<10	<10
R4	<10	<10	<10	<10	<10

6.5 RESULTADOS DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS DE LOS QUESILLOS

A los quesillos obtenidos se les hizo una caracterización Físicoquímica, en lo que respecta a; humedad, contenido graso, hilado y Braunny.

6.5.1 Humedad:

tabla.19: % de humedad expresada en base a Queso entero

Repeticiones	TA	TB	TC	TD	suero acido acético
R1	46	38	28	44	44
R2	42	50	44	48	48
R3	26	40	42	34	34
R4	54	44	38	46	46
TOTAL	168	172	152	162	172
MEDIA	42	43	38	40,5	43

Fuente; Autores Del Estudio

6.5.2 Resultados de grasa:

Tabla.20: % de grasa expresada en base a queso entero

Repeticiones	TA	TB	TC	TD	suero+acido acético
R1	28	28	28	28	28,5
R2	30	30	30	31	33
R3	29,5	33,5	33	29	34,5
R4	27	29,5	30	31	31
TOTAL	114,5	121	121	119	127
MEDIA	28,65	30,25	38	29,75	31,95

Fuente; Autores Del Estudio

6.5.3 Resultados de hilado

Tabla. 21: características de hilado de los quesillos expresados en cm de longitud

Repeticiones	TA	TB	TC	TD	Suero acido acético
R1	150	130	185	123	223
R2	157	168	150	170	241
R3	151	182	152	146	163
R4	178	180	159	221	221
TOTAL	636	660	646	660	840
MEDIA	159	165	161,5	165	212

Figuras. 6: Imágenes Del Análisis De Braunny

Quesillo A



Quesillo B



Quesillo Testigo.



Quesillo C



Quesillo D



Fuente; Autores Del Estudio

6.5.4 Resultados pruebas sensoriales

La prueba estadística de análisis de varianza de bloques completamente al azar, (anexo N) muestra diferencias significativas por la acción de los diferentes tratamientos como medios acidulantes en la elaboración de los quesillos con un nivel de significancia de $p > 5.0\%$. Del mismo modo las pruebas de rangos de medias de Tukey (Ver anexo O y P) establecieron diferencias entre el tratamiento C con respecto a los tratamientos B, A y D, no existiendo diferencias significativas entre el gusto de los panelistas con respecto a estos últimos quesos.

Tras haber seleccionado los quesos A y B y comparado el agrado producido por las características de textura, aroma y sabor con respecto al testigo, la prueba de t de Student, no arrojó diferencias significativas en el gusto de los panelistas al igual que las pruebas anteriores. (Anexo Q)

7. ANALISIS DE RESULTADOS

7.1 ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO DE LOS CULTIVOS EN LA ACIDIFICACIÓN DE LOS SUEROS.

El comportamiento ilustrado por las figuras 2, 3, 4, 5; (graficas de acidez) muestran la producción de ácido láctico en los diferentes sueros, obteniéndose un máximo de 124.67 °Dornic en acidez, alcanzada las 67.38 horas y 126.13 °Dornic a las 63.31 horas en el suero entero y desproteínizado respectivamente, donde se inocularon cultivos de *Streptococcus Thermophilus* y el *Lactobacillus Helveticus*. Así mismo los medios inoculados con *Streptococcus Thermophilus* y *Lactobacillus Bulgaricus* lograron una máxima acidez de 99.12 °Dornic en 60.56 horas y 91.98 °Dornic en 56.7 horas en los sueros entero y desproteínizado, notándose una menor producción de ácido láctico en relación a los medios inoculados con los cultivos *Streptococcus Thermophilus* y el *Lactobacillus Helveticus*

El ANOVA arrojó diferencias significativas en la producción de acidez por efecto de los tratamientos (Ver anexo A). Las pruebas de rangos de medias de Duncan (Ver anexo A2, 1) establecieron diferencias entre el tratamiento B con respecto tratamiento A y C, de igual forma existen diferencias para los tratamientos D y C con una $p > 5.0 \%$

Esto se debe a que el *Lactobacillus Helveticus* es un microorganismo homo fermentativo con una capacidad ácido láctica muy fuerte, (2.7% de ácido láctico)⁵² De igual forma resiste altas concentraciones de acidez en niveles de 5.0 % de ácido láctico con un pH de 3.5 y 11.0% de ácido láctico con un pH de 5.0. Por otro

⁵² ALAIS, Charles. 1985. Ciencia de la leche: principios de técnicas lecheras. Ed., reverté. S.A. versión español.

lado también posee la capacidad de metabolizar la galactosa, producto de la hidrólisis de la lactosa para producir ácido láctico.

Cabe anotar que el *Streptococcus Thermophilus* también contribuye a la acidificación, alcanzando su máximo de acidez en 10.0 horas a una temperatura de 42.0 °C, tiempo en el cual este cultivo empieza a disminuir por el descenso del PH (4.20 – 4.0), el cual no es tolerable por este microorganismo, mientras que el *Lactobacillus Helveticus* después de 30 horas a producido una acidez dos veces mas fuerte.⁵³

El *Lactobacillus Bulgaricus* y el *Streptococcus Thermophilus* obtuvieron un menor porcentaje de acidez. Por que al descender el pH, los *Streptococcus* disminuyen su actividad microbiana, existiendo una baja producción de ácido fórmico, factor estimulante para el desarrollo y producción de *Lactobacillus Bulgaricus*, provocando un descenso de estas mismas⁵⁴

El *Lactobacillus Bulgaricus* tiene una Producción media de ácido en la leche (1.7 % de ácido láctico) a diferencia del *Helveticus*, que se encuentra en (2.7 % de ácido láctico)⁵⁵. Cabe anotar que el cultivo *streptococcus Thermophilus* y *lactobacillus Bulgaricus* producen una acumulación de galactosa en el medio, tal como ocurre en el yogurt la cual no es metabolizada por estas mismas⁵⁶

Resultados similares se obtuvieron por Urribarin, Vielma, Páez, Ferrer, Mármol y Ramones 2006⁵⁷, quienes evaluaron la Producción de ácido láctico a partir de suero de leche desproteínizado utilizando *Lactobacillus Helveticus* en cultivo continuo, determinando que la concentración de ácido láctico de este cultivo fue superior a la obtenida en un trabajo anterior por Jackymec y Col. quienes utilizaron *Lactobacillus Bulgaricus* como el mayor productor de ácido láctico.

⁵³ *Ibíd.*, pag. 347

⁵⁴ ALDANA, S. 1998. Estudio de algunos factores a considerar en el recuento de las bacterias lácticas en yogurt: Trabajo especial de grado. "U". Simón Bolívar.

⁵⁵ ALAIS, Charles. 1985. *Op., citp.* Pag.346

⁵⁶ GARABAY, García., QUINTERO., Ramírez y LOPEZ, Murguía. 2000. *Op., citp.* Pag. 247

⁵⁷ URIBARIN, lauris., WIELMA, Alex., PAEZ, Gisela y FERRER, José. 2008. *Op., citp.*

En lo que se refiere a la incidencia del variable tiempo sobre la producción de acidez, el ANOVA presento diferencias significativa con un nivel de significancia del 5.0 % para estos intervalos, excepto para el comprendido entre 48.0 – 64.0 horas (ver anexo A3, 1). Debido a que en este intervalo de tiempo disminuye la producción de ácido láctico por factores asociados como la limitación de sustrato y la alta acidez en el medio como se observa en las figuras. (2, 3, 4, 5)

7.2 RENDIMIENTO.

Al observar el comportamiento de esta variable, (anexos H); podemos decir que los tratamientos A y B tienen un rendimiento de 6,8 L de leche / Kg. de queso, lo que significa que por cada 6,8 L de leche se puede obtener 1 Kg. de queso. Estos tratamientos presentan la menor variabilidad ($X_a \pm S_a = 6,72 \pm 0,4$; $X_B \pm S_B = 6,97 \pm 0,42$) según el anexo I, debido a que en la leche utilizada para estos tratamientos (A y B) existió un menor contenido de acidez ($X = 0,17$ °Dornic), lo que influyó en este resultado.

Los tratamientos C y D presentaron un mayor consumo de leche obteniéndose un rendimiento promedio de 7,6 L de leche / Kg. de queso; con una variabilidad ($X_C \pm S_C = 7,3925 \pm 1,0642744$); ($X_D \pm S_D = 7,480 \pm 2,0407842$); ($X_E \pm S_E = 7,76 \pm 1,0528$); esto obedece al incremento de la acidez en la leche para estos tratamientos incluyendo el testigo, lo que afectó el contenido proteico, estableciendo la acidez de la leche en un rango de (19.0 – 22.0) °Dornic. Obteniéndose así menos cantidad de cuajada en comparación a (A y B).

El ANOVA según el anexo k; no arroja diferencias significativas entre los tratamientos y el ácido acético sobre el rendimiento con un nivel de significancia de $P > 0,05$. Resultados similares obtuvo Miriam Londoño Ospina (2006)⁵⁸, quien plantea que los acidulantes no influyen en el rendimiento de los quesillos, el cual está dado por el porcentaje de grasa y proteínas en la leche.

⁵⁸ LONDOÑO, Miriam. 2006. *Op. Citp.* Pág 10

La incidencia de *Streptococcus Thermophilus* con *Lactobacillus Bulgaricus* y *Streptococcus Thermophilus* con *Lactobacillus Helveticus*, incubados en los sueros como medio acidulante no afecta esta variable, porque estos microorganismos, consumen la lactosa y las proteínas hidrosolubles para la producción de ácido láctico. No existiendo así una transferencia de proteínas a la cuajada.

7.3 ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

Los resultados microbiológicos establecen que los tratamientos se encontraban en condiciones similares con un contenido de coliformes totales, hongos y levaduras < a 10 UFC/g, requeridos por la resolución número 01804 de 1989. (Tablas 17 y 18)

Esta condición higiénica y bajo contenido de microorganismos se logró por el tratamiento de calor dado a los sueros (63.0 °C por 30.0 min. para suero entero y 90.0° C para suero desproteínizado), donde se redujo su contenido de hongos y levaduras debido a que estas células vegetativas son destruidas por temperaturas comprendidas entre los 50.0 y 58.0 °C durante 10.0 y 15.0 min., al igual que sus esporas como ocurre en la leche cuando se somete temperaturas de 62.8.0 °C por 30 min. 71.7 °C por 15.0 segundos.

Con respecto a los coliformes totales, presentan una muerte térmica a una temperatura de 53.0 °C durante 20.0 ó 30.0 minutos. Estos microorganismos son los principales competidores de los cultivos inoculados en el suero, fermentando la lactosa en ácido láctico al igual que generan producciones de gas (W, C, 1993)⁵⁹.

Aunque el testigo no se sometió a tratamiento térmico se obtuvieron resultados microbiológicos similares a los tratamientos en cuestión atribuyendo esta

⁵⁹ W, C Fraizer. 1993. Microbiología de los alimentos, ed. Acribia, 4ª edición española. Pág 193

característica al elevado porcentaje de acidez alcanzado por este mismo, debido a la acción del ácido acético en el suero, quien logra un descenso más rápido del pH convirtiéndose así en un medio hostil no tolerable para el crecimiento de los coliformes. Esto concuerda con lo señalado por Alais 1985⁶⁰ quien establece que a pH inferiores a 5.0, las bacterias de los fermentos lácticos detienen el desarrollo de *Escherichia Coli*.

De igual forma existió una reducción microbiana en la cuajada por el tratamiento térmico dado a esta durante el hilado donde se alcanzó una temperatura alrededor de 67 – 73.0 °C por un lapso de 5.0 a 8.0 min. Viéndose reflejado esto en los resultados finales.

Estudios realizados por la empresa Colquesos S.A. determinaron que, para una masa de 24.0 kg. Sometida a una cocción durante un tiempo de 14.0 min., alcanzando una temperatura de 82.0 °C se garantiza una destrucción del 99.9 % de las bacterias contenidas en el queso.⁶¹

Teniendo en cuenta lo anterior y los resultados obtenidos, se afirma que para una masa de 1.0 kg. Sometida a cocción durante 5.0 – 8.0 minutos a una temperatura de 67.0 – 73.0 °C se reduce considerablemente la carga microbiana de los quesillos.

7.4 HUMEDAD

En el anexo F se observa un parecido por parte de los tratamientos y el testigo en cuanto al contenido de humedad, estableciéndose así un promedio de 40,75 %, en los quesos A, B, C y D, aunque existió una variabilidad un poco más marcada por

⁶⁰ ALAIS, Charles. 1985. *Op., citp.* Pag356

⁶¹ ALVAREZ, Edgar y ROJAS, Leonel. 2008. Evaluación de la letalidad de *listeria monocitogena* en la elaboración de queso tipo mozzarella. Estudio dirigido a la empresa COLQUESO S.A.

parte del TA ($X_A \pm S_A = 42,0 \pm 11,77$) según la tabla de anexo G; por su parte la muestra testigo presentó una humedad de 43.0 %.

Este comportamiento entre los tratamientos y el testigo se debe al tiempo y la temperatura de hilado quienes se mantuvieron alrededor de 7.0 min. A una temperatura de (67.0 – 73.0 °C) para un 1.0 Kg de cuajada, lo que de alguna manera provocó una mayor liberación de suero durante la reestructuración de las moléculas de caseína (α_s , β , κ) que forman parte de las micelas descalcificadas; obteniéndose así una consistencia más firme y una humedad relativamente baja en relación a los niveles de humedad establecidos por FAO/OMS inf. Junio 1987) que giran alrededor de (49,5 y 51.0 %) para quesillo en base entera

Por su parte el análisis estadístico ANOVA, (anexo J); no presenta diferencias significativas por la acción de los tratamientos y el ácido acético sobre la humedad con un nivel de significancia de $P > 0,05$. Resultados similares se obtuvieron por Carmen Brito C; Marianella Pino F⁶², en la elaboración de queso Cottage con cultivo semi directo y directo.

7.5 GRASA.

El anexo C; muestra un promedio graso de 29,2 % y una variabilidad de ($X_A \pm S_A = 28,6 \pm 1,37$; $X_D \pm S_D = 29,7 \pm 1,05$) para los tratamientos (A y D). De igual manera se observó un parecido en el contenido graso por parte de los tratamientos B, C y E (testigo) con un promedio de 30,5 % y una mayor variabilidad por parte de estos ($X_B \pm S_B = 30,25 \pm 2,32$; $X_C \pm S_C = 30,25 \pm 2,06$; $X_E \pm S_E = 31,75 \pm 2,59$), apreciándose así que no existe mucha variación en el contenido de grasa de los quesos elaborados con los tratamientos y el testigo.

Por otro lado se aprecia un porcentaje de grasa en los tratamientos y el testigo en niveles de 29,7 y 31.957 % (ver tabla 20) respectivamente, muy superior a lo

⁶² BRITO C, Carmen., F Marianella., MOLINA C. 2005. Op., citp. pag

establecido por el ICTA donde el máximo contenido es 25.55 % (ver tabla 6) para el queso entero. Esto se debe a que la leche de los ensayos fue obtenida de la misma finca, la cual no sufrió estandarización de la materia grasa que se encontró en un promedio de 4.9 % superior al nivel normal de la leche (3.0 %) que establece la ley según el decreto 616 del 2006 emanados por el ministerio de protección social de la republica colombiana y el INVIMA

El ANOVA, tabla de anexo M; no mostró diferencias significativas por acción de los tratamientos y el ácido acético sobre el contenido graso con un nivel de significancia de $P > 0,05$, debido a que los tratamientos objeto de estudio, no tienen un efecto marcado sobre las grasas de los quesillos.

Resultados similares obtuvo Londoño (2006), quien analizó que la utilización de acidulantes no influye para que exista mayor o menor contenido graso en el queso.

7.6 HILADO

En el de anexo D; se observa los comportamientos de los tratamientos sobre la variable hilado con la utilización de microorganismos (*Streptococcus Thermophilus* con *Lactobacillus Bulgaricus* y *Streptococcus Thermophilus* con *Lactobacillus Helveticus*) incubados en los sueros comparados con el testigo. Notándose que el nivel de hilado para el testigo está alrededor de 212 cm. en promedio por cada 30.0 gramos de queso con una variabilidad de $(X_E \pm S_E = 212 \pm 33,88)$ (Tabla de anexo E).

Por su parte los tratamientos (A, B, C y D) alcanzaron una longitud entre 159 y 165 cm, presentando una diferencia promedio de 50.0 cm. por debajo del testigo. El hecho de que los tratamientos presentaron menor nivel de elasticidad que la muestra testigo, corresponde a la interacción de 2 factores que afectan la acidez

de la cuajada como son: la utilización de leche más ácida en un rango de 19.0 – 22.0 °Dornic para la elaboración del testigo y la incorporación de una cantidad de suero en mayor nivel de acidez que giró alrededor de (163,75 °Dornic) en promedio, a comparación de la utilizada para los tratamientos la cual se mantuvo en un rango de (104.0 – 118.0 °Dornic) con una acidez promedio en la leche de (17.0 – 19.0 °Dornic.). Lo anteriormente descrito concuerda con lo señalado por (Villamizar 1995)⁶³. Quien expuso que la característica de hilar o formar hilos depende de la acidez alcanzada por la cuajada antes de someterla a calentamiento.

Entre los tratamientos (A y C) se presentó una menor variabilidad, ($X_A \pm S_A = 159,0 \pm 13,04$; $X_C \pm S_C = 161,0 \pm 16,13$) con un promedio de hilado de 160,2 cm. por cada 30 gramos de queso. Los quesillos B y D obtuvieron una variabilidad mayor ($X_B \pm S_B = 165,0 \pm 24$); ($X_D \pm S_D = 165,0 \pm 41,97$) que los anteriores (A y C) con un promedio de 165,0cm por cada 30 gramos. (Ver anexos D y E.)

Estas mínimas diferencias entre los tratamientos (A y C); (B y D) se debe al tipo de microorganismos utilizados, ya que B y D contienen cultivos (*Streptococcus Thermophilus* y *Lactobacillus Helveticus*) quienes tienen mayor características para la producción de ácido láctico a comparación de A y C que contiene (*Streptococcus Thermophilus* y *Lactobacillus Bulgaricus*)

Pese las diferencias encontradas descriptivamente en los gráficos de caja y bigote, el ANOVA (ver anexo L) no presenta diferencias estadísticamente significativas por la acción de los tratamientos y el ácido acético sobre esta propiedad, con un nivel de significancia $P > 0,05$.

⁶³ VILLAMIZAR, Jorge Enrique 1995. *Op., citp.* Pag 88

7.7 BRAUNNY

Según se puede observar las imágenes fotográficas (figura 6), se muestran los diferentes grados de pardeamiento en las muestras de quesillos.

Los que se elaboraron utilizando los tratamientos B y D presentaron un mejor comportamiento en la prueba. Es decir, se obtuvo menos intensidad de quemaduras en comparación a los quesillos que fueron evaluados con los tratamientos A, C y E (testigo).

En general la causa de oscurecimiento esta relacionadas con la reacción de Millard que es causada por la presencia de residuos de galactosa en el queso, los cuales reaccionan con aminoácidos trayendo consecuentemente la aparición con pigmentos marrones como las melanoidinas. Esta reacción es fuertemente estimulada por las altas temperaturas, por la cual se disminuye el valor nutritivo de los alimentos.

Al inocular el cultivo mixto (*Streptococcus Thermophilus* y *Lactobacillus Helveticus*), en el suero estos actúan conjuntamente hidrolizando la lactosa en sus dos componentes, la α o β glucosa y la β galactosa siguiendo el sistema permeasa ATP dependiente, donde la galactosa es transportada directamente a través de la membrana e hidrolizada en glucosa y galactosa por la enzima β galactosidasa (lactasa). La galactasa, también es transformada en glucosa por el *Lactobacillus Helveticus* mediante la vía de leloir, existiendo menos contenido de galactosa en los sueros que contiene el cultivo *Lactobacillus Helveticus*, disminuyéndose el porcentaje de galactosa en la cuajada, teniendo en cuenta que aproximadamente el 95 % de lactosa presente en la leche queda retenida en el suero durante el proceso de coagulación.⁶⁴

⁶⁴ GARABAY, García., QUINTERO., Ramírez y LOPEZ Murguía. 2000. *Op., citp.* Pag 347

Por otro lado la incorporación de *Streptococcus Thermophilus* y *Lactobacillus Bulgaricus* en el suero no produjo los mismos resultados, debido a que estos microorganismos no poseen las enzimas de la ruta de leloir para convertir la glucosa en galactosa, existiendo así mayor residuos de galactosa en el suero, los cuales incrementaron el porcentaje existente en la cuajada existiendo un mayor nivel de caramelización.

7.8 ANÁLISIS SENSORIAL

El ANOVA presente en el (anexo N) arrojó diferencias significativas en el gusto de los panelistas hacia los quesillos por la influencia de los tratamientos. A su vez el análisis de la prueba de tukey (ver anexos O y P) no mostraron diferencias estadísticamente significativas entre las medias de los quesillos A, B, y D; pero si con respecto al C. sin embargo, esto no quiere decir que el tratamiento C no agrado a los jueces, indicando que las muestras A, B Y D tuvieron mayor aceptación. Esto se ratifica al calcular la diferencia entre la media de aceptación de las muestras con el nivel de indiferencia de la escala de 7 puntos (NGNMDG) y compararla con la diferencia mínima significativa (DMS) (Anexos O). Donde se pude apreciar que el valor de la diferencia de la media de C que es 4.745 y el nivel de indiferencia igual a 4, es mayor que la diferencia mínima significativa (0.41) ubicando el queso C dentro del rango de agradabilidad. Aunque no en el mismo nivel de los quesos A, B y D.

En lo que se refiere a la comparación del grado de aceptación de las características de textura, aroma y sabor de los tratamientos A y B con respecto al testigo, la prueba de t student, no arrojó diferencias significativas en cuanto al efecto de los acidulantes sobre el agrado del producto (ver anexos Q y R)

Para esta prueba se descarto el quesillo D debido a que contenía el mismo cultivo de B y no presento diferencias significativas con este mismo

8. CONCLUSIONES

:

- La utilización de *Streptococcus Thermophilus*, *Lactobacillus Bulgaricus* y *Lactobacillus Helveticus* inoculados el suero entero y desproteínizado permiten alcanzar niveles de acidez requeridos para la elaboración del queso.
- El empleo de cultivos *Streptococcus Thermophilus* y *Lactobacillus Helveticus* Produce una mayor acidez en los medios inoculados.
- La inoculación de cultivos mixtos *Streptococcus Thermophilus* con *Lactobacillus Helveticus* y *Streptococcus Thermophilus* con *Lactobacillus Bulgaricus* igual que la adición de ácido acético en los sueros como medios acidulantes en la elaboración del queso no influye significativamente en el rendimiento.
- Estadísticamente no existen diferencias significativas en las características físico-químicas por el empleo de sueros entero y desproteínizado inoculados con cultivos mixtos, al igual que la utilización del suero acidificado con ácido acético como medios acidulantes en la elaboración del queso.
- El uso de cepas mixtas *Streptococcus Thermophilus* y *Lactobacillus Helveticus* en los sueros desproteínizado y entero durante la elaboración del queso presenta una disminución ó ausencia del pardeamiento enzimático cuando este es sometido a altas temperaturas.
- Con los diferentes tratamientos empleados en la investigación durante la elaboración de queso No se obtuvieron diferencias en el recuento microbiano.
- Con el suero desproteínizado como medio de acidificación del cultivo *Streptococcus Thermophilus* y *Lactobacillus Bulgaricus* se obtiene un queso de menor sabor entre los quesos

9. RECOMENDACIONES

- Utilizar equipos que permitan mantener una temperatura de incubación para el desarrollo de los microorganismos *Thermophilus* para acidificación de lactosuero.
- Recurrir a cultivos mixtos comerciales que contengan *Lactobacillus Helveticus* en la acidificación del suero para mejorar las condiciones de Braunny de los quesillos.
- Evaluar diferentes concentraciones de los cultivos *Streptococcus Thermophilus* con *Lactobacillus Bulgaricus* y *Streptococcus Thermophilus* con *Lactobacillus Helveticus* para obtener mayores producciones de acidez en el lactosuero en menor tiempo posible.
- Valorar el efecto de otros microorganismos como medio acidulante en el suero, para la elaboración de quesillo y su influencia en las características evaluadas mediante la presente investigación.
- Determinar la influencia de los tratamientos utilizados en este estudio con respecto a un proceso de acidificación microbiana propia del lactosuero, sobre las variables estudiadas.
- Hacer un seguimiento de la vida útil de los quesillos durante el almacenamiento por la influencia de los tratamientos utilizados en esta investigación
- Realizar un estudio de costo beneficio dirigido al proceso de elaboración del quesillo con fermentaciones controladas en el suero, en comparación a los procesos de acidificación tradicionales. Con el objetivo de realizar comercializaciones de los quesos A, B, C y D

BIBLIOGRAFÍA

ALAIS, Charles. 1985. Ciencia de la leche: principios de técnicas lecheras. Ed., reverté. S.A. versión español. 873 p.

ALDANA, S. 1998. Estudio de algunos factores a considerar en el recuento de las bacterias lácticas en yogurt. Trabajo especial de grado. "U". Simón Bolívar. 1998..

ALVAREZ, Edgar y ROJAS, Leonel. 2008. Evaluación de la letalidad de *listeria monocitogena* en la elaboración de queso tipo mozzarella. Estudio dirigido a la empresa COLQUESO S.A.

B M, Watts., G L, Ylimaki., L E, Jeffery., L G, Elías.1992. Métodos sensoriales básicos para la evaluación de alimentos. Departamento de alimento y nutrición, Universidad de Manitoba.

BETANCOURT, Adriana y ORTIZ, Maria cristina.2004. Obtención de ácido cítrico a partir del suero de leche por fermentación de *Aspergillus ssp*. Artículo [Online] disponible en dialnet.unirioja.es

BRITO C, Carmen., F Marianella., MOLINA C. 2005. Queso cottage Elaborado con cultivos lácticos redí-set, usando crema láctea. Revista Chilena, [Online] disponible en [www. Scielo.php? Script=s0771-7518200600010000&&ing=iso](http://www.Scielo.php?Script=s0771-7518200600010000&&ing=iso). ISSN 0717-7518.

CALLE Marcelino y SOLANO Arturo. 2003. Elaboración de queso fresco. PROMPYME. Lima, Perú. Pág. 17-18.

CALVO, Miguel. 1989. Química de alimentos: proteínas del lacto suero [online]. Artículo Disponible en Internet: [www.milksci, uizar, es / bioquímica / temas / proteínas lacto suero. Htm](http://www.milksci.uizar.es/bioquímica/temas/proteínas_lacto_suero.Htm)

CHAVEZ, Alex y ROMERO, Álvaro. 2006. Diagnóstico de las condiciones microbiológicas y fisicoquímicas del queso costeño producido en el municipio de Sincé, Sucre. Tesis de grado, Programa de Ingeniería Agroindustrial. Universidad de Sucre. Pág. 79-80

COCCIO OLMOS, Jenny A. 2006. Elaboración de de quesillo de leche de soya con la adición de bacterias probióticas. Trabajo de grado. Universidad Austral De Chile. Facultad de ciencias Agrarias. Dpto. Ingeniería de Alimentos disponible en; Cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2006/fac663e/doc/fac663e.pdf

CONTRERAS, Luís A y SALGADO, Osvaldo. 2007 Evaluación de los efectos producidos por la inoculación de dos cultivos lácticos convencionales sobre las propiedades fisicoquímicas del queso costeño amasado amasado Tesis de grado, Programa de Ingeniería Agroindustrial. Universidad de Sucre.

Cultivos iniciadores en leches fermentadas.2008. Rev. Mundo lácteo y carnico. [online]. Disponible en www.mundo lacteoycarnico.com

FALDER RIVERO, Ángel. 2003. Enciclopedia de alimentos: leche y productos lácteos España. Pág. 113. Enciclopedia [Online]. Disponible en www.dialnet.unirioja.es

GARABAY, García., QUINTERO., Ramírez y LOPEZ, Murguía. 2000. Biotecnología alimentaría [Online]. Disponible en Internet: [WWW. Librería.com./cas/biotecnología alimentaría librería](http://WWW.Librería.com./cas/biotecnología alimentaría librería).

GIMENEZ, Georgelina. 1997. Fases de la leche-características. Artículo, [online], disponible en; [www. Monografías. com](http://www.Monografías.com).

GUTIÉRREZ F, Edgar. 2006. Desarrollo de una bebida de una bebida de suero dulce de la fabricación de suero fresco, fermentada con cultivos *lactobacillus*

helveticus y *Streptococcus salivarius* var. *Thermophilus* [TCC – 20], adicionada con cultivos probióticos *paracasei* sub. sp. *Paracasei* Lc – 01 Trabajo de grado [online] ciudad “U” Rodrigo Facio, disponible en Internet: [www. Ta, ucr, ac, cr / trabajo de graduación. Html](http://www.Ta.ucr.ac.cr/trabajo_de_graduacion.html) 173

GUZMÁN, Vicente. 2006. Elaboración de queso: Resumen de la Serie de Productos Lácteos, Cuadernos de Agroindustria Rural. Chile. Disponible: en www.promer.cl

JUNAC. 1998. Inventario y Desarrollo de la Tecnología de Productos Lácteos Campesinos en Colombia. Bogotá

La cara oculta de la flora láctica. 2007. artículo [Online]. Disponible en [www. Portal lechero. com.](http://www.Portallechero.com)

LONDOÑO O. Myriam. 2006. Aprovechamiento del suero ácido del queso doble crema para la elaboración de quesillo utilizando tres métodos de complementación de acidez con tres ácidos orgánicos:

Perspectiva en nutrición humana [online] consultado; Disponible en internet: [www. Agro. Unalmed, edu. Co](http://www.Agro.Unalmed.edu.Co)

MARTEGANI, Héctor. 2006. Elaboración general de quesos: Defectos de los quesos. Asociación Uruguaya de Técnicos en Lechería. De AUTEL. Colombia. Artículo Disponible en: www.portalechero.com. Pág. 4.

Ministerio de Salud. 1986. Resolución número 02310 del 24 de febrero de 1986. República de Colombia.

MONTGOMERY C, Douglas. 1996. Probabilidad y estadística aplicada a la ingeniería. Ed McGRAW-HILL. 895 pag.

RAMIREZ, Alejandra, 2002. Producción y caracterización parcial de β -galactosidasa de *kluyveromices* lactís en suero de leche desproteínizado. Artículo. [Online] disponible en www.alanrevista.org

RODRÍGUEZ A y SERMEÑO A. 1987. Recetario de Quesos Salvadoreños y otros, MAG-FAO, San Andrés, La Libertad, El Salvador.

QUINTERO H., RODRIGUEZ M, Páez., FERRER J y RINCON J. 2001. Producción continúa de proteína unicelular a partir de suero de leche. Rev. Científica. Fcv – Lux. Xi (2)

URIBARIN Lauris., WIELMA Alex., PAEZ Gisela y FERRER José. 2008. Producción de ácido láctico a partir de suero de leche, utilizando *lactobacillus helveticus* en cultivo continuo. Artículo, [online]. Disponible en: WWW.SciEIO/serial/RC/v14n4/daddy/art_03.Htm

VALENCIA Martin. Desarrollo de un queso optimizando rendimiento. Artículo (online), consultado 05-10- 2008. Disponible en internet: [Hppt://www.Alimentaria\[online\].Com/apadmin/img/upload/MLC_018_RENQUESSO_F.pdf](http://www.Alimentaria[online].Com/apadmin/img/upload/MLC_018_RENQUESSO_F.pdf)

VILLAMIZAR, jorge Enrique. 1994. ICTA, guía para producir quesos colombianos

W, C fraizer. 1993. Microbiología de los alimentos, ed. Acribia, 4ª edición española. Pág. 126

ANEXOS

ANEXO. A; ANÁLISIS DE VARIANZA PARA ACIDEZ - Suma de Cuadrados Tipo III

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:TRATAMIENTO	2670,06	3	890,021	4,33	0,0089*
B: TIEMPO	96810,3	3	32270,1	156,87	0,0000**
INTERACCIONES					
AB	1889,56	9	209,951	1,02	0,4375
RESIDUOS (Error)	9874,5	48	205,719		
TOTAL (CORREGIDO)	111244,	63			

Todas las razones-F se basan en el cuadrado medio del error residual

*Muestra diferencias significativas en la acidez por acción de los tratamientos

** Muestra diferencias significativas en la acidez entre los intervalos de tiempo

Anexo A1: Tabla de Medias por Mínimos Cuadrados para ACIDEZ con intervalos de confianza del 95,0%

<i>Nivel</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Error Est.</i>	<i>Límite Inferior</i>	<i>Límite Superior</i>
MEDIA GLOBAL	64	69,6563			
TRATAMIENTO					
TA	16	65,125	3,58572	57,9154	72,3346
TB	16	77,875	3,58572	70,6654	85,0846
TC	16	61,8125	3,58572	54,6029	69,0221
TD	16	73,8125	3,58572	66,6029	81,0221
TIEMPO					
0	16	11,0	3,58572	3,7904	18,2096
16	16	58,375	3,58572	51,1654	65,5846
48	16	100,313	3,58572	93,1029	107,522
64	16	108,938	3,58572	101,728	116,147
TRATAMIENTO por TIEMPO					
TA,0	4	11,0	7,17145	-3,41919	25,4192
TA,16	4	57,25	7,17145	42,8308	71,6692
TA,48	4	91,0	7,17145	76,5808	105,419
TA,64	4	101,25	7,17145	86,8308	115,669
TB,0	4	11,0	7,17145	-3,41919	25,4192
TB,16	4	62,5	7,17145	48,0808	76,9192
TB,48	4	112,25	7,17145	97,8308	126,669
TB,64	4	125,75	7,17145	111,331	140,169
TC,0	4	11,0	7,17145	-3,41919	25,4192
TC,16	4	55,0	7,17145	40,5808	69,4192
TC,48	4	89,0	7,17145	74,5808	103,419
TC,64	4	92,25	7,17145	77,8308	106,669
TD,0	4	11,0	7,17145	-3,41919	25,4192
TD,16	4	58,75	7,17145	44,3308	73,1692
TD,48	4	109,0	7,17145	94,5808	123,419
TD,64	4	116,5	7,17145	102,081	130,919

Anexo A2: Pruebas De Múltiple Rangos Para Acidez Por Tratamiento

Prueba de media de Duncan para encontrar diferencias entre tratamientos.

TRATAMIENTO	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
TC	16	61,8125	3,58572	X
TA	16	65,125	3,58572	XX
TD	16	73,8125	3,58572	XX
TB	16	77,875	3,58572	X

Anexo A2, 1: Método: 95,0 porcentajes Duncan

Contraste	Sig.	Diferencia
TA – TB	*	-12,75
TA - TC		3,3125
TA - TD		-8,6875
TB - TC	*	16,0625
TB – TD		4,0625
TC – TD	*	-12,0

* indica una diferencia significativa.

Anexo A3: Pruebas de Múltiple Rangos para acidez por tiempo

TIEMPO	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
0	16	11,0	3,58572	X
16	16	58,375	3,58572	X
48	16	100,313	3,58572	X
64	16	108,938	3,58572	X

Anexo A3,1 Método: 95,0 porcentajes Duncan

Prueba de media de Duncan para encontrar diferencias entre los intervalos de tiempo

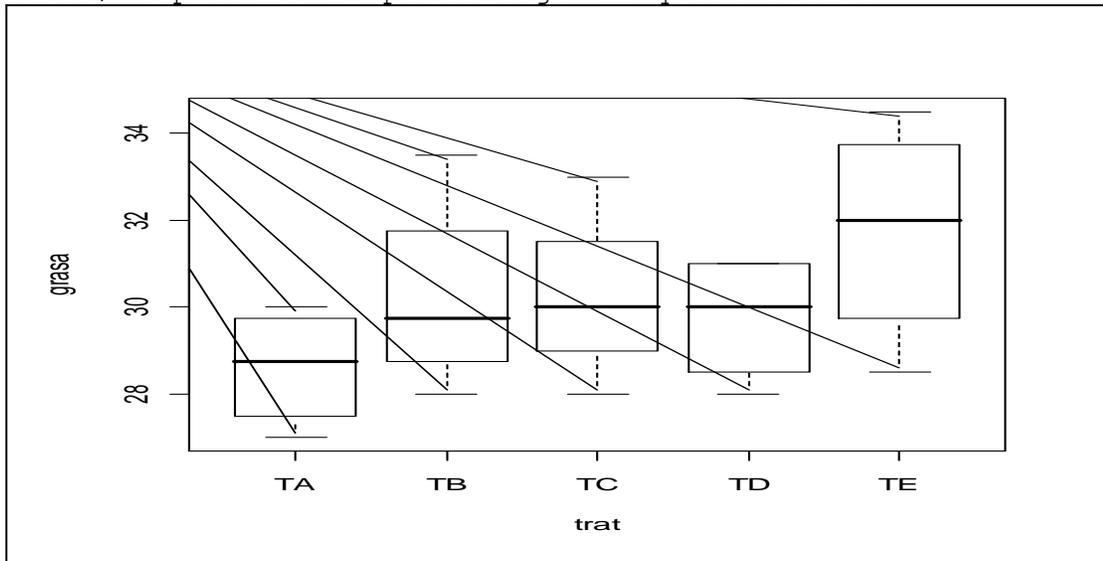
Contraste	Sig.	Diferencia
0 – 16	*	-47,375
0 – 48	*	-89,3125
0 – 64	*	-97,9375
16 – 48	*	-41,9375
16 – 64	*	-50,5625
48 – 64		-8,625

* indica una diferencia significativa.

Anexo: B. Gráfica Del Análisis Descriptivo Que Mide La Variabilidad De Las Respuestas De Estudio En Los Números De Ensayos

Variable Grasa

Grasa; expresada en porcentaje de queso entero



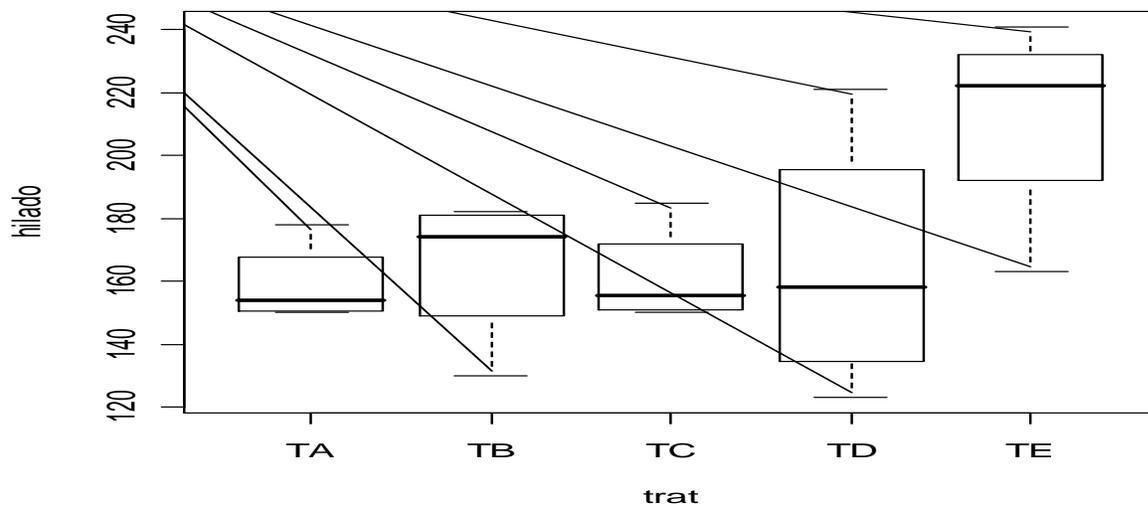
Anexo: C. Tabla De La Grafica Descriptiva De La Variable Grasa

	ESTADISTICA DESCRIPTIVA:		Rangos intercuartilicos					n
	Media	Desviación	0%	25%	50%	75%	100%	
TA	28.625	1.376893	27.0	27.750	28.75	29.625	30.0	4
TB	30.250	2.327373	28.0	29.125	29.75	30.875	33.5	4
TC	30.250	2.061553	28.0	29.500	30.00	30.750	33.0	4
TD	29.750	1.500000	28.0	28.750	30.00	31.000	31.0	4
TE	31.750	2.598076	28.5	30.375	32.00	33.375	34.5	4

Anexo: D. Gráfica Del Análisis Descriptivo Que Mide La Variabilidad De Las Respuestas De Estudios En Los Números De Ensayo

Variable Hilado

Hilado; expresado en centímetros de longitud por cada 30 gramos



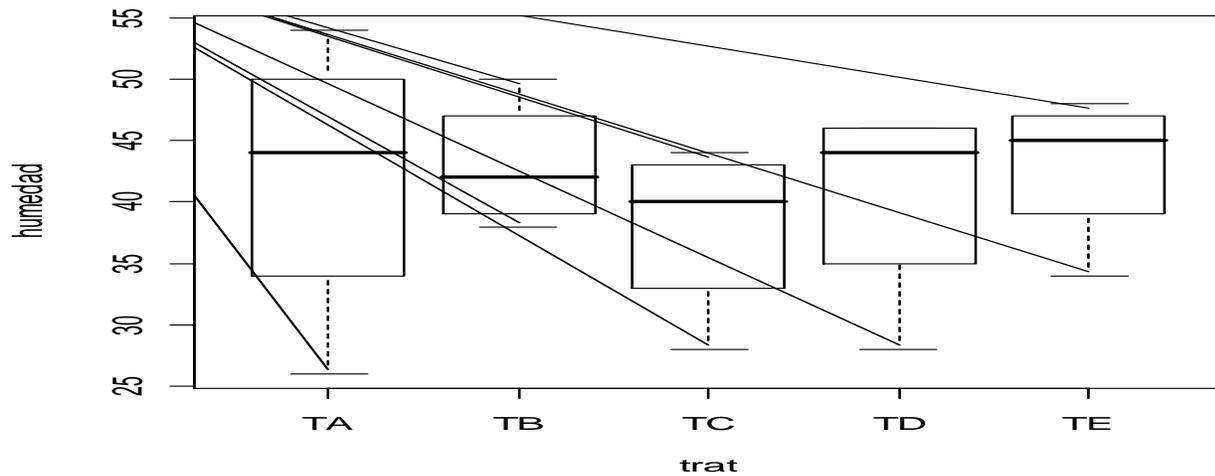
Anexo: E. Tabla De La Grafica Descriptiva De La Variable Hilado

	Estadística descriptiva		Rangos intercuartílicos					n
	Media	Deviation	0%	25%	50%	75%	100%	
TA	159.0	13.03840	150	150.75	154.0	162.25	178	4
TB	165.0	24.13849	130	158.50	174.0	180.50	182	4
TC	161.5	16.13485	150	151.50	155.5	165.50	185	4
TD	165.0	41.97618	123	140.25	158.0	182.75	221	4
TE	212.0	33.88215	163	206.50	222.0	227.50	241	4

Anexo. F: Gráfica Del Análisis Descriptivo Que Mide La Variabilidad De Las Respuestas De Estudios En Los Números De Ensayo

Variable Humedad

Humedad; expresada en porcentaje de queso entero



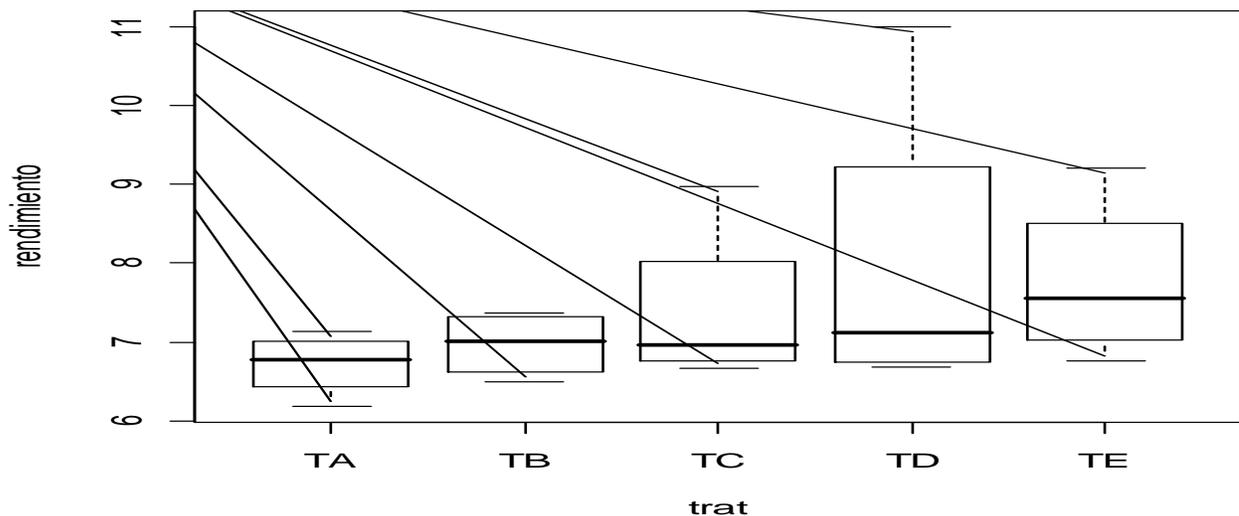
Anexo. G: Tabla De La Grafica Descriptiva De La Variable Humedad

	Estadística Descriptiva		Rangos intercuartílicos					n
	Media	Desviación	0%	25%	50%	75%	100%	
TA	42.0	11.775681	26	38.0	44	48.0	54	4
TB	43.0	5.291503	38	39.5	42	45.5	50	4
TC	38.0	7.118052	28	35.5	40	42.5	44	4
TD	40.5	8.544004	28	38.5	44	46.0	46	4

Anexo. H: Gráfica Del Análisis Descriptivo Que Mide La Variabilidad De Las Respuestas De Estudio En Los Números De Ensayo

Variable Rendimiento.

Rendimiento; expresado en litros de leche sobre kilogramos de queso



Anexo. I: Tabla De La Grafica Descriptiva De La Variable Rendimiento

	Estadística descriptiva		Rangos intercuartílicos					n
	Media	Desviación	0%	25%	50%	75%	100%	
TA	6.7200	0.4080033	6.18	6.5475	6.780	6.9525	7.14	4
TB	6.9700	0.4233989	6.49	6.6775	7.015	7.3075	7.36	4
TC	7.3925	1.0642799	6.67	6.8125	6.965	7.5450	8.97	4
TD	7.9800	2.0407842	6.68	6.7700	7.120	8.3300	11.00	4
TE	7.7675	1.0528810	6.76	7.1575	7.550	8.1600	9.21	4

DISEÑO EXPERIMENTAL DE LAS VARIABLES FISICOQUIMICAS Y RENDIMIENTO DEL QUESILLO

Análisis de varianza de un diseño completos al azar, donde los bloques (Repeticiones.) son los días y los tratamientos son TA, TB, TC, TD, TE. Con una $p > 5.0\%$. Los asteriscos indican diferencias significativas

ANOVA Table (Type II tests)

Anexo J: ANOVA De La Variable Humedad

fuelle	suma de cuadrados	GI	F calculado	F tabulado
Trat	71.2	4	0.3673	3.26
Rep	405.4	3	2.7882	3.49
Error	581.6	12		

Anexo K; ANOVA De Lá Variable Rendimiento

fuelle	suma de cuadrados	GI	F calculado	F tabulado
Trat	4.4521	4	1.7430	3.26
Rep	12.5925	3	6.5732	3.49 **
Error	7.6629	12		

** Indica diferencias significativas.

Anexo L: ANOVA De La Variable Hilado

fuelle	suma de cuadrados	Gl	F calculado	F tabulado
Trat.	7904.0	4	2.8475	3.26
Rep	3441.8	3	1.6533	3.49
Error	8327.2	12		

Anexo M: ANOVA De La Variable Grasa

fuelle	suma de cuadrados	Gl	F calculado	F tabulado
Trat	20.250	4	2.7303	3.26
Rep.	39.438	3	7.0899	3.49 **
Error	22.250	12		

** Indica diferencias significativas.

DISEÑO EXPERIMENTAL DE LAS VARIABLES

Anexo: N

Análisis De Varianza De Un Diseño De Bloques Completamente Al Azar, Donde Los Bloques Son Los Jueces

Fuente de variación	Suma de cuadrados	grados de libertad	media de cuadrados	F calculado	F p>5.0 %
Tratamientos	40.4978	3	13.499	8.27	2.60*
Bloques	447.2302	113	3.9577	2.42	1.22**
Error	553.2521	339	1.6320		
Totales	1040.9802	455			

*Muestra diferencias significativas en el nivel de agrado de los productos por efecto del tratamiento con un nivel de significancia de p>5.0 %

** Diferencias significativas en el nivel de agrado del producto por efecto de los jueces a un nivel de significancia de p>5.0 %

Prueba De Tukey,

Anexo: O Prueba De Medias De Tukey Para Encontrar Diferencias Entre Los Tratamientos.

Tratamiento	Media	DMS
A	5.447	0.4183
B	5.473	0.4183
C	4.745	0.4183
D	5.359	0.4183

DMS'' Diferencia mínima significativa

Anexo: p Prueba De Medias De Tukey Para Diferencia Mínima Significativa

Comparación de medias	Diferencias	
B – C	0.728	>DMS*
B – D	0.114	<DMS
B – A	0.026	<DMS
A – C	0.702	>DMS*
A – D	0.088	<DMS
D – C	0.614	>DMS*

*indica la diferencia mínima significativa

Prueba de t Student

Considera la prueba de hipótesis sobre la igualdad de dos medias, donde las varianzas son desconocidas pero iguales

Anexo: Q Comparación De TA Vs. Testigo Mediante Prueba De T Student

	textura		Aroma		sabor	
Tratamiento	A	Testigo	A	Testigo	A	Testigo
Medias	5.21	5.21	5.90	5.90	6.09	5.42
Estadístico T_0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.727	1.727
T_0 tabulado*	2.021	2.021	2.021	2.021	2.021	2.021
Diferencias	**	**	**	**	**	**

*este valor fue hallado con un alfa de 0.05 y grado de libertad de 40

**no existen diferencias, debido a que Estadístico T_0 se encuentra en el intervalo $-T_0$ tabulado < Estadístico T_0 < T_0 tabulado

Anexo: R Comparación De TB Vs. Testigo Mediante Prueba De T Student

	textura		Aroma		sabor	
Tratamiento	B	Testigo	B	Testigo	B	Testigo
Medias	5.894	5.894	5.52	5.94	5.73	5.84
Estadístico T_0	0	0	-1.533	-1.533	-0.304	-0.304
T_0 tabulado*	2.029	2.029	2.029	2.029	2.029	2.029
Diferencias	**	**	**	**	**	**

*este valor fue hallado con un alfa de 0.05 y grado de libertad de 36

**no existen diferencias, debido a que Estadístico T_0 se encuentra en el intervalo $-T_0$ tabulado < Estadístico T_0 < T_0 tabulado

ANEXO. S: Datos Obtenidos Durante La Evaluación De Las Pruebas Sensoriales**Comparación Tratamiento A, Testigo**

Tratamiento A			
	Textura	Aroma	Sabor
Me gusta mucho	2	4	6
Me gusta	12	11	10
Me gusta ligeramente	3	6	3
Ni me gusta ni me disg	2	0	0
Me disgusta ligeramente	2	0	0
Me disgusta	0	0	2
Me disgusta mucho	0	0	0

Testigo			
	Textura	Aroma	Sabor
Me gusta mucho	3	4	3
Me gusta	11	9	4
Me gusta ligeramente	2	5	11
Ni me gusta ni me disg	3	3	2
Me disgusta ligeramente	2	0	0
Me disgusta	0	0	0
Me disgusta mucho	0	0	1

Comparación Tratamiento B, Testigo

Tratamiento B			
	Textura	Aroma	Sabor
Me gusta mucho	5	5	6
Me gusta	12	8	9
Me gusta ligeramente	4	4	4
Ni me gusta ni me disg	0	4	1
Me disgusta ligeramente	0	0	1
Me disgusta	0	0	0
Me disgusta mucho	0	0	0

Testigo			
	Textura	Aroma	Sabor
Me gusta mucho	6	5	8
Me gusta	11	12	7
Me gusta ligeramente	2	4	4
Ni me gusta ni me disg	1	0	1
Me disgusta ligeramente	1	0	1
Me disgusta	0	0	0
Me disgusta mucho	0	0	0

ANEXOS T: ENCUESTAS PRUEBA SENSORIALES**Nombre:** _____**Fecha:** _____**Producto:**

Pruebe las muestras de quesillo que se presentan a continuación e indique, su opinión sobre ellas marcando con una x

Escala	A	B	C	D
Me gusta mucho	-----	-----	-----	-----
Me gusta	-----	-----	-----	-----
Me gusta ligeramente	-----	-----	-----	-----
Ni me gusta ni me disgusta	-----	-----	-----	-----
Me disgusta ligeramente	-----	-----	-----	-----
Me disgusta	-----	-----	-----	-----
Me disgusta mucho	-----	-----	-----	-----

Comentarios: _____

Gracias

Nombre: _____

Fecha: _____

Producto:

Pruebe las muestras de quesillo que se presentan a continuación e indique, su opinión sobre las características indicadas marcando con una x la casilla correspondiente

Muestra: ____

Escala	Textura	Aroma	Sabor
Me gusta mucho	-----	-----	-----
Me gusta	-----	-----	-----
Me gusta ligeramente	-----	-----	-----
Ni me gusta ni me disgusta	-----	-	-----
Me disgusta ligeramente	-----	-----	-----
Me disgusta	-----	-----	-----
Me disgusta mucho	-----	-----	-----

Comentarios: _____

Gracias

ANEXO U. Imágenes Fotografías Del Proceso



Preparación Del Cultivo



Cultivos Lácticos



Pasterización Del Suero



Desproteínizacion Del Suero



Tratamiento A Y B



Tratamiento C Y D



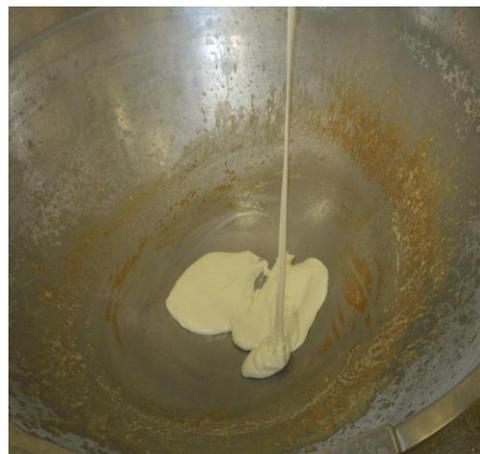
Medición De La Temperatura



Inicio De La Coagulación



Final De La Coagulación



Etapa Del Hilado



Moldeo Del Quesillo



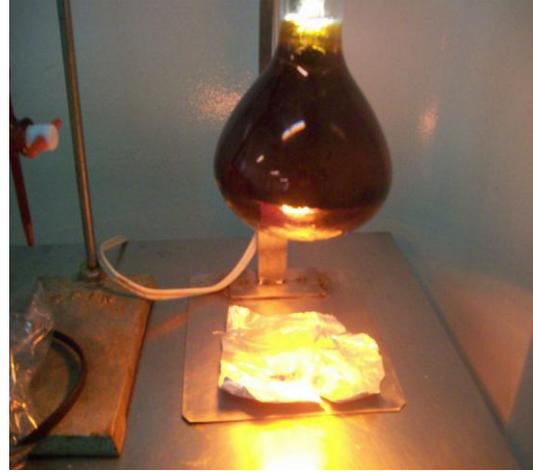
Empaque Del Quesillo

Fuente; Autores Del Estudio

Pruebas Físicoquímicas Del Quesillo



Prueba De Grasa



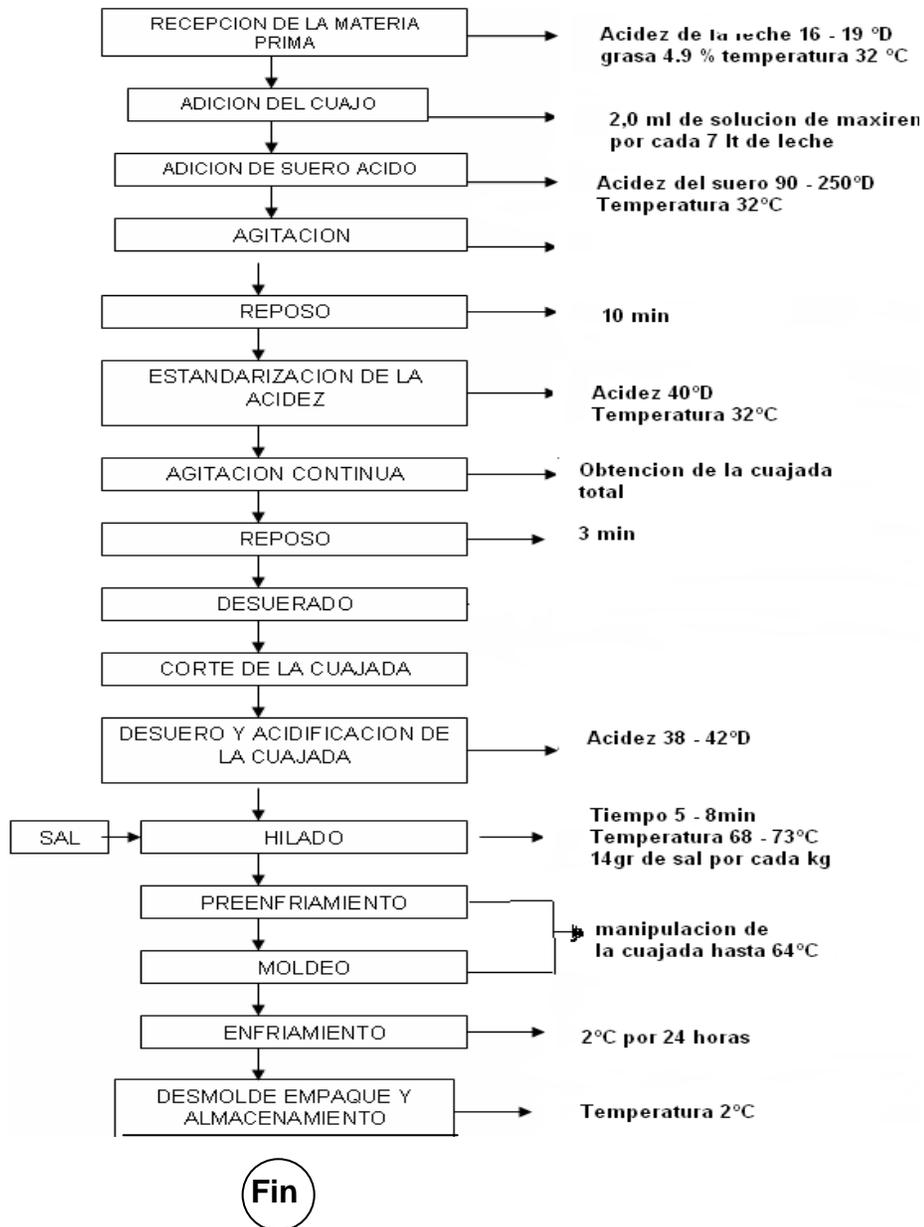
Prueba De Humedad



Prueba De Brauny

Fuente; Autores Del Estudio

Anexo V. Diagrama De Flujo Del Proceso De Elaboración Del Quesillo



Fuente; Autores Del Estudio

