

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA EN ALIMENTOS



CARRERA DE INGENIERÍA EN ALIMENTOS



“USO DE REGULADORES DE ACIDEZ Y SU INCIDENCIA EN EL TIEMPO DE ACIDIFICACIÓN DE LA CUAJADA PARA LA ELABORACIÓN DE QUESO MOZZARELLA”

Trabajo de Investigación de Graduación. Modalidad: Trabajo Estructurado de Manera Independiente (TEMI). Presentado como requisito previo a la obtención del Título de Ingeniera en Alimentos, otorgado por la Universidad Técnica de Ambato, a través de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos.

Autor: Mayra Catalina Tobar Jácome.

Tutor: Ing. Mg. Fernando Álvarez

Ambato - Ecuador

2012

APROBACIÓN DEL TUTOR DE TESIS

Ing. Mg. Fernando Álvarez

En mi calidad de Tutor del trabajo de investigación sobre el tema: **“USO DE REGULADORES DE ACIDEZ Y SU INCIDENCIA EN EL TIEMPO DE ACIDIFICACIÓN DE LA CUAJADA PARA LA ELABORACIÓN DE QUESO MOZZARELLA”**, desarrollado por la egresada Mayra Catalina Tobar Jácome; tengo a bien afirmar que el estudio es idóneo y reúne los requisitos de una tesis de grado de Ingeniería en Alimentos; y la graduada posee los méritos suficientes para ser sometido a la evaluación del Jurado Examinador que sea designado por el H. Consejo Directivo de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos.

Ambato, Julio 2012

Ing. Mg. Fernando Álvarez

TUTOR

DECLARACIÓN, AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD

Yo, Mayra Catalina Tobar Jácome

Los criterios emitidos en el trabajo de investigación denominado: **“USO DE REGULADORES DE ACIDEZ Y SU INCIDENCIA EN EL TIEMPO DE ACIDIFICACIÓN DE LA CUAJADA PARA LA ELABORACIÓN DE QUESO MOZZARELLA”**, así como también los contenidos, ideas, análisis, conclusiones y recomendaciones, corresponden exclusivamente a Mayra Catalina Tobar Jácome e Ing. Mg.Fernando Álvarez, Tutor del Proyecto de Investigación.

Mayra C. Tobar J.
AUTORA

Ing. Mg.Fernando Álvarez
TUTOR TEMI

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA EN ALIMENTOS
CARRERA DE INGENIERÍA EN ALIMENTOS**

Los miembros del Tribunal de Grado aprueban el presente Trabajo de Graduación de acuerdo a las disposiciones emitidas por la Universidad Técnica de Ambato.

Ambato, Septiembre de 2012

Para constancia firman:

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

DEDICATORIA

A la memoria del Ing. Julio Gutiérrez, estimado profesor, amigo y tío, quien con su apoyo, cariño, bondad y paciencia supo brindarme los conocimientos necesarios para la realización de la presente investigación; su inesperada partida conmovió mi corazón dejándome sin aliento, pero a la vez me impulsó a salir adelante con mayor fuerza y tenacidad; algún día quiso verme graduada, las promesas se cumplen y he aquí mi tesis dedicada a su memoria, a mi tío bello, como yo solía decirle, por siempre en mi corazón.

Descansa en Paz Tío Bello.

Diosito te tenga en su gloria.

May Tobar J.

AGRADECIMIENTO

A Dios, padre celestial, por haberme dado la inteligencia, tenacidad y sabiduría para cumplir con uno de los sueños más anhelados en mi vida.

A mi madre, por su infinito amor, sacrificio y apoyo incondicional hacia mí, por ser la razón de ser en mi vida y el regalo más hermoso que Dios pudo darme.

A la Universidad Técnica de Ambato y por medio de ella a la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos, por abrir sus puertas y saciar mi búsqueda de conocimientos y ante todo por brindarme la oportunidad de haber sido Representante Estudiantil ante Honorable Consejo Universitario, siendo una de las experiencias más hermosas de mi vida estudiantil.

Al Ing. Mg. Fernando Álvarez, por su cariño, amistad y apoyo incondicional en todo momento, por ser el mejor tutor de tesis que pude haber tenido.

Al Ing. Giovanny Freire, por su valioso aporte para hacer realidad la presente investigación.

A mi Tío Bello Ing. Julio Gutiérrez, por haberme dado la pauta para iniciar mi tema de tesis, así como también la realización de la parte experimental del mismo.

Finalmente infinitas gracias a todas aquellas personas que contribuyeron a hacer realidad uno de mis más hermosos sueños.

May Tobar J.

ÍNDICE GENERAL

PÁGINAS PRELIMINARES

Página de título	i
Aprobación del tutor de tesis.....	ii
Declaración, autenticidad y responsabilidad	iii
Aprobación del tribunal de grado	iv
Dedicatoria.....	v
Agradecimiento	vi
Índice de tablas.....	x
Índice de cuadros.....	xi
Índice de graficos.....	xi
Índice de anexos.....	xi
Anexo A: Datos Experimentales	xi
Anexo B: Resultados	xii
Anexo C: Gráficos.....	xv
Anexo D: Fotos	xvi
Anexo E: Normas INEN	xvii
Resumen Ejecutivo.....	xviii
Introducción.....	xxi

CAPÍTULO I: EL PROBLEMA

1.1. Tema.....	1
1.2. Planteamiento del problema.....	1
1.2.1. Contextualización macro	1
1.2.2. Contextualización meso.....	4
1.2.4. Análisis crítico.....	8
1.2.5. Prognosis.....	9
1.2.6. Formulación del problema	9
1.2.7. Preguntas directrices	9
1.2.8. Delimitación del objeto de investigación	10
1.3. Justificación.....	10
1.4.1. Objetivo general.....	12
1.4.2. Objetivos específicos.....	12

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1.	Antecedentes investigativos	13
2.2.	Fundamentación filosófica	15
2.3.	Fundamentación legal	16
2.4.	Categorías fundamentales	17
2.4.1.	Variable independiente	18
2.4.1.1.	Limitado conocimiento en el uso de reguladores de acidez	18
2.4.1.2.	Uso de aditivos alimentarios	18
2.4.1.3.	Tipos de ácidos y cuajos utilizados	19
2.4.1.3.1.	Ácido cítrico E330	19
2.4.1.3.2.	Ácido láctico E270	19
2.4.1.3.3.	Cantidad de ácidos en leche	19
2.4.1.3.4.	Cuajo Chremilk	20
2.4.1.3.5.	Cuajo Marschall	21
2.4.1.4.	Acelerar el proceso de acidificación de la cuajada	22
2.4.2.	Variable dependiente	23
2.4.2.1.	Tiempo de acidificación de la cuajada no adecuado	23
2.4.2.2.	Reducir el tiempo de manufactura	23
2.4.2.3.	Mejorar el proceso de elaboración de queso mozzarella	23
2.4.2.4.	Queso mozzarella con características agradables	24
2.4.3.	Diagrama de flujo	25
2.4.4.	Descripción del proceso	26
2.5.	Hipótesis	29
2.6.	Señalamiento de variables	30

CAPÍTULO III: METODOLOGÍA

3.1.	Enfoque	31
3.2.	Modalidad básica de la investigación	31
3.3.	Nivel o tipo de investigación	32
3.4.	Población y muestra	33
3.5.	Diseño experimental	34
3.6.	Operacionalización de variables	37
3.6.1.	Variable independiente	37
3.6.2.	Variable dependiente	38
3.7.	Plan de recolección de información	39
3.8.	Plan de procesamiento de la información	39

CAPÍTULO IV: ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1.	Análisis e interpretación de resultados.....	40
4.1.1.	Propiedades físico químicas de la leche de vaca.....	40
4.1.1.1.	Grasa.....	41
4.1.1.2.	Proteína.....	42
4.1.1.3.	Sólidos no grasos	43
4.1.1.4.	Sólidos totales	44
4.1.1.5.	Acidez titulable.....	45
4.1.1.6.	pH.....	45
4.1.1.7.	Ensayo de reductasas	46
4.1.2.	Proceso de elaboración	46
4.1.2.1.	Tiempo de acidificación de la cuajada	46
4.1.2.2.	Acidez titulable suero lácteo	48
4.1.2.3.	Humedad	49
4.1.2.4.	Sólidos totales	51
4.1.2.5.	Materia grasa.....	51
4.1.2.6.	Materia grasa en el extracto seco.....	52
4.1.2.7.	pH.....	54
4.1.2.8.	Rendimiento.....	54
4.1.2.9.	Pruebas de análisis sensorial	55
4.1.2.10.	Color.....	56
4.1.2.11.	Olor.....	57
4.1.2.12.	Sabor.....	59
4.1.2.13.	Textura	60
4.1.2.14.	Aceptabilidad.....	61
4.1.2.15.	Elección del mejor tratamiento	63
4.1.2.16.	Análisis microbiológicos	65
4.1.2.17.	Análisis de costos.....	66
4.1.2.18.	Determinación del tiempo de vida útil del queso mozzarella	67
4.2.	Verificación de hipótesis.....	69

CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1.	Conclusiones	72
5.2.	Recomendaciones	77

CAPÍTULO VI: PROPUESTA

6.1.	Datos informativos	79
6.2.	Antecedentes de la propuesta	80
6.3.	Justificación	82
6.4.	Objetivos.....	83
6.4.1.	Objetivo general	83
6.4.2.	Objetivos específicos	83
6.5.	Análisis de factibilidad	84
6.6.	Fundamentación	84
6.7.	Metodología modelo operativo	85
6.7.1.	Materiales y equipos	85
6.7.2.	Tecnología de elaboración	87
6.8.	Administración	89
6.9.	Previsión de la evaluación	91

CAPÍTULO VII: MATERIALES DE REFERENCIA

7.1	Bibliografía.....	92
7.2	Linkgrafía.....	96

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 01:	Producción de Leche en Sudamérica.....	3
Tabla 02:	Normas INEN, análisis físicos - químicos y sensoriales relacionadas con la elaboración de queso mozzarella...	15
Tabla 03:	Factores y niveles del diseño experimental.....	32
Tabla 04:	Administración de la Propuesta.....	86
Tabla 05:	Previsión de la evaluación.....	87

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 01:	Producción de leche en la región sierra (en miles de litros).....	6
Cuadro 02:	Producción de leche a diario en los principales cantones productores de la provincia del Tungurahua.....	7
Cuadro 03:	Cantidad recomendada de ácidos por cada 100 Kg. de leche a 82°C y el pH resultante en el queso.....	19
Cuadro 04:	Limitado Conocimiento en el Uso de Reguladores de Acidez.....	35
Cuadro 05:	Tiempo de Acidificación de la Cuajada no Adecuado.....	36

ÍNDICE DE GRAFICOS

Gráfico 01:	Árbol de Problema del Desconocimiento en la Regulación de Acidez de la Leche para la Elaboración de Queso Mozzarella.....	7
Gráfico 02:	Red de Inclusiones.....	16
Gráfico 03:	Diagrama de flujo para la Elaboración de Queso Mozzarella.....	23

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO A: DATOS EXPERIMENTALES

Anexo A1.	Hoja de catación del producto final Queso Mozzarella
Tabla A1:	Análisis Físico – Químicos de la leche cruda fresca utilizada como materia prima en la elaboración de queso mozzarella.
Tabla A2:	Tiempos de Acidificación de la Cuajada para la Elaboración de Queso Mozzarella

Tabla A3:	Pesos (g) registrados de la masa de cápsulas para determinación del contenido de humedad en muestras de Queso Mozzarella de la réplica 1.
Tabla A4:	Pesos (g) registrados de la masa de cápsulas para determinación del contenido de humedad en muestras de Queso Mozzarella de la réplica 2.
Tabla A5:	Porcentajes de Materia Grasa en muestras de Queso Mozzarella.
Tabla A6:	Pesos (g) registrados para determinación de rendimientos en muestras de Queso Mozzarella.
Tabla A7:	Valores de Acidez Titulable (°D) registradas en muestras de Suero Lácteo.
Tabla A8:	Valores de pH registrados en muestras de Queso Mozzarella.
Tabla A9:	Cantidad de Reguladores de Acidez añadidos en muestras de leche para elaborar Queso Mozzarella.
Tabla A10:	Valoración en el Queso Mozzarella mediante catación: Atributo Color.
Tabla A11:	Valoración en el Queso Mozzarella mediante catación: Atributo Olor.
Tabla A12:	Valoración en el Queso Mozzarella mediante catación: Atributo Sabor.
Tabla A13:	Valoración en el Queso Mozzarella mediante catación: Atributo Textura.
Tabla A14:	Valoración en el Queso Mozzarella mediante catación: Atributo Aceptabilidad.

ANEXO B: RESULTADOS

Tabla B1:	Especificaciones de la Leche Cruda según la Norma INEN 009.
Tabla B2:	Promedio de los Tiempos de Acidificación de la Cuajada para la Elaboración de Queso Mozzarella.
Tabla B3:	Promedio de los Tiempos de Acidificación de la Cuajada para la Elaboración de Queso Mozzarella.
Tabla B4:	Porcentajes de Humedad determinados en muestras de Queso Mozzarella.
Tabla B5:	Promedio de los Porcentajes de Humedad determinados en muestras de Queso Mozzarella.
Tabla B6:	Porcentajes de Sólidos Totales determinados en muestras de Queso Mozzarella.

Tabla B7:	Promedio de los Porcentajes de Sólidos Totales determinados en muestras de Queso Mozzarella.
Tabla B8:	Porcentajes de Materia Grasa en Extracto Seco en muestras de Queso Mozzarella.
Tabla B9:	Porcentajes de Rendimiento determinados en muestras de Queso Mozzarella.
Tabla B10:	Promedios de pH registrados en muestras de Queso Mozzarella.
Tabla B11:	Promedios de Acidez Titulable (°D) registradas en muestras de Suero Lácteo.
Tabla B12:	Promedios de las valoraciones en muestras de Queso Mozzarella por catación para atributos: Color, Olor, Sabor, Textura, Aceptabilidad.
Tabla B13.	Análisis de Varianza para el Tiempo de Acidificación de la Cuajada para la elaboración de Queso Mozzarella.
Tabla B14.	Medias Aritméticas de las pruebas experimentales (Prueba de Tukey) para el Factor A: Tipo de Regulador de Acidez. Análisis de Tiempo de Acidificación de la Cuajada.
Tabla B15.	Medias Aritméticas de las pruebas experimentales (Prueba de Tukey) para el Factor B: Acidez de la Leche. Análisis de Tiempo de Acidificación de la Cuajada.
Tabla B16.	Medias Aritméticas de las pruebas experimentales (Prueba de Tukey) para el Factor C: Tipo de Cuajo. Análisis de Tiempo de Acidificación de la Cuajada.
Tabla B17.	Medias Aritméticas de las pruebas experimentales (Prueba de Tukey) para la interacción entre los factores (AB): Tipo de Regulador de Acidez y Acidez de la Leche. Análisis de Tiempo de Acidificación de la Cuajada.
Tabla B18.	Análisis de Varianza para el Porcentaje de Humedad determinadas en muestras de Queso Mozzarella.
Tabla B19.	Medias Aritméticas de las pruebas experimentales (Prueba de Tukey) para el Factor A: Tipo de Regulador de Acidez. Análisis de Humedad.
Tabla B20.	Análisis de Varianza para el Porcentaje de Materia Grasa determinado en muestras de Queso Mozzarella.
Tabla B21.	Análisis de Varianza para el Porcentaje de Materia Grasa en Extracto Seco determinado en muestras de Queso Mozzarella.
Tabla B22.	Análisis de Varianza para el Atributo Color.
Tabla B23.	Análisis de Varianza para el Atributo Olor.
Tabla B24.	Medias Aritméticas de las pruebas sensoriales (Prueba de Tukey) para el Atributo Olor.

Tabla B25.	Análisis de Varianza para el Atributo Sabor.
Tabla B26.	Medias Aritméticas de las pruebas sensoriales (Prueba de Tukey) para el Atributo Sabor.
Tabla B27.	Análisis de Varianza para el Atributo Sabor.
Tabla B28.	Medias Aritméticas de las pruebas sensoriales (Prueba de Tukey) para el Atributo Textura.
Tabla B29.	Análisis de Varianza para el Atributo Aceptabilidad.
Tabla B30.	Medias Aritméticas de las pruebas sensoriales (Prueba de Tukey) para el Atributo Aceptabilidad.
Tabla B31.	Resultados Microbiológicos realizados al mejor tratamiento $a_0b_0c_0$ (Ácido Cítrico, 28°D, Chremilk).
Tabla B32.	Variación de los resultados microbiológicos del recuento de <i>Coliformes totales</i> (<i>ufc/g</i>) de Queso Mozzarella durante el período de almacenamiento en refrigeración para determinación de vida útil.
Tabla B33.	Variación de los resultados microbiológicos del recuento de <i>Mohos y Levaduras</i> (<i>colonias/g</i>) de Queso Mozzarella durante el período de almacenamiento en refrigeración.
Tabla B34.	Logritmo Natural de la Concentración de <i>Coliformes totales</i> en el Queso Mozzarella durante el período de almacenamiento en refrigeración para determinación de vida útil.
Tabla B35.	Requisitos Microbiológicos para el Queso Mozzarella.
Tabla B36.	Materiales Directos e Indirectos.
Tabla B37.	Equipos y Utensilios.
Tabla B38.	Suministros.
Tabla B39.	Personal.
Tabla B40.	Inversión estimada para el procesamiento de Queso Mozzarella.

ANEXO C: GRÁFICOS

- Gráfico C1.** Tiempo de Acidificación de la Cuajada (min) en los distintos tratamientos, empleando reguladores de acidez: Cítrico y Láctico, acidez de la leche: 28 y 32°D y tipo de cuajo: Chremilk y Marshall.
- Gráfico C2.** Porcentajes de Reducción del Tiempo de Acidificación de la Cuajada (%) en los distintos tratamientos, empleando reguladores de acidez: Cítrico y Láctico, acidez de la leche: 28 y 32°D y tipo de cuajo: Chremilk y Marshall.
- Gráfico C3.** Porcentaje de Humedad en las muestras de Queso Mozzarella.
- Gráfico C4.** Porcentaje de Sólidos Totales en las muestras de Queso Mozzarella.
- Gráfico C5.** Variación de pH en las muestras de Queso Mozzarella.
- Gráfico C6.** Variación del Porcentaje de Rendimiento en las muestras de Queso Mozzarella.
- Gráfico C7.** Variación del Porcentaje de Materia Grasa en muestras de Queso Mozzarella.
- Gráfico C8.** Variación del Porcentaje de Materia Grasa en Extracto Seco en muestras de Queso Mozzarella.
- Gráfico C9.** Variación de la Acidez Titulable (°D) en muestras de suero de leche.
- Gráfico C10.** Promedio de las valoraciones de Queso Mozzarella por catación: Atributo Color.
- Gráfico C11.** Promedio de las valoraciones de Queso Mozzarella por catación: Atributo Olor.
- Gráfico C12.** Promedio de las valoraciones de Queso Mozzarella por catación: Atributo Sabor.
- Gráfico C13.** Promedio de las valoraciones de Queso Mozzarella por catación: Atributo Textura.
- Gráfico C14.** Promedio de las valoraciones de Queso Mozzarella por catación: Atributo Aceptabilidad.
- Gráfico C15.** Promedio de las valoraciones del Mejor Tratamiento de Queso Mozzarella por catación: Atributos Color, Olor, Sabor, Textura, Aceptabilidad.
- Gráfico C16.** Resultados de las Respuestas Experimentales: Reducción del Tiempo de Acidificación, Humedad, Materia Grasa en el Extracto Seco y Rendimiento; determinadas en el Mejor Tratamiento.
- Gráfico C17.** Comparación del Tiempo de Acidificación de la Cuajada del Mejor Tratamiento $a_0b_0c_0$ (Ácido Cítrico, 28°D, Chremilk), respecto del Tratamiento Testigo.

Gráfico C18. Logaritmo Natural de la Concentración de *Coliformes totales* en el Queso Mozzarella durante el Tiempo de Almacenamiento para determinación de vida útil.

ANEXO D: FOTOS

- Fotografía D1.** Determinación de Densidad Relativa en Leche Cruda
- Fotografía D2.** Determinación de Acidez Titulable en Leche Cruda
- Fotografía D3.** Determinación de Materia Grasa en Leche Cruda
- Fotografía D4.** Lectura de Materia Grasa en Leche Cruda
- Fotografía D5.** Determinación de pH en Leche Cruda
- Fotografía D6.** Determinación de proteína y sólidos no grasos en Leche Cruda
- Fotografía D7.** Materiales para Ensayo de Reductasas en Leche Cruda
- Fotografía D8.** Ensayo de Reductasas en Leche Cruda
- Fotografía D9.** Recepción de Leche Cruda
- Fotografía D10.** Pesado de la Materia Prima
- Fotografía D11.** Regulación de Acidez de la Leche
- Fotografía D12.** Adición de ácidos en la Leche
- Fotografía D13.** Calentamiento de la Leche
- Fotografía D14.** Adición de cuajo en la Leche
- Fotografía D15.** Corte de la cuajada
- Fotografía D16.** Apilonado de la cuajada
- Fotografía D17.** Determinación del tiempo de acidificación de la cuajada
- Fotografía D18.** Hilado de la cuajada

- Fotografía D19.** Proceso de Salado del queso mozzarella
- Fotografía D20.** Pesado del queso mozzarella
- Fotografía D21.** Producto Terminado
- Fotografía D22.** Determinación de Materia Grasa en Queso Mozzarella
- Fotografía D23.** Lectura de Materia Grasa en Queso Mozzarella
- Fotografía D24.** Determinación de humedad en Queso Mozzarella
- Fotografía D25.** Pesado de cápsulas para Determinación de humedad en Queso Mozzarella
- Fotografía D26.** Hoja de catación y muestras de queso mozzarella
- Fotografía D27.** Catadores
- Fotografía D28.** Degustación de queso Mozzarella
- Fotografía D29.** Siembras microbiológicas
- Fotografía D30.** Recuento de *Mohos y levaduras*
- Fotografía D31.** Recuento de *E.coli/Coliformes*
- Fotografía D32.** Conteo de colonias
- Fotografía D33.** Control de contaminación ambiental

ANEXO E: NORMAS INEN

- ANEXO E1.** Leche Cruda. Requisitos
- ANEXO E2.** Queso Mozzarella. Requisitos

RESUMEN EJECUTIVO

El queso mozzarella es un producto lácteo elaborado por medio del método tradicional de producción en la que se emplea de 30 a 48 horas, tiempo que tarda la cuajada en acidificarse y estar lista para los siguientes procesos de hilado y moldeado de la misma. Mediante la utilización de reguladores de acidez en el proceso de elaboración se reduce el tiempo de acidificación de la cuajada, evidenciándose en aspectos tecnológicos como organolépticos. Siendo los reguladores de acidez principalmente ácidos, los aditivos alimentarios que se pueden utilizar para la elaboración de quesos, principalmente mozzarella. Es por eso que se ensayó el uso de dos tipos de reguladores de acidez (Ácido Cítrico y Ácido Láctico), con una Acidez de la Leche (28 y 32°D) y empleando dos Tipos de Cuajo (Chremilk y Marschall).

Empleando un diseño experimental 2ⁿ se obtuvo ocho tratamientos a analizarse, combinando Tipo de Regulador de Acidez, Acidez de la Leche y Tipo de Cuajo; más un tratamiento Testigo adicional empleando únicamente en análisis sensorial. Se utilizó la tecnología adecuada (Gutiérrez, 2000), para la elaboración de queso mozzarella, controlando tiempos de acidificación durante el proceso de apilonado de la cuajada.

Durante el proceso de elaboración se realizaron mediciones de valores de tiempo de acidificación, análisis proximal de la materia prima empleada; en el producto terminado se midió el contenido de humedad y materia grasa en el extracto seco, además de análisis microbiológicos permitiendo evaluar la calidad del producto elaborado y el tiempo de vida útil del mismo.

Mediante pruebas de análisis sensorial, basado en la aceptabilidad del producto elaborado se estableció el mejor tratamiento de los empleados para el estudio, siendo el tratamiento que conjuga al ácido cítrico como regulador de acidez, con una acidez de la leche de 28°D y el empleo de Chremilk como tipo de cuajo.

El tiempo de acidificación fue el parámetro más importante de medición en la presente investigación, en donde el mejor tratamiento tardó 162 min en acidificar la cuajada y presentó una reducción del 84,02% de tiempo, respecto del método tradicional de elaboración de queso mozzarella.

Pruebas microbiológicas al final de la elaboración mostraron la ausencia de microorganismos como *Coliformes totales*, *Mohos* y *Levaduras*, demostrando la calidad e inocuidad del producto terminado, de igual forma durante el período de almacenamiento del queso mozzarella en refrigeración, las pruebas microbiológicas basadas en recuento de *Coliformes totales* demostraron que el tiempo de vida útil del producto fue de 30 días.

Se realizó análisis físico químicos en el queso mozzarella, determinándose valores aceptables y permitidos dentro de la Norma INEN 82, así el contenido de humedad obtenido fue del 50,72% y materia grasa en extracto seco del 47,70%. Por lo tanto, además de reducir significativamente el tiempo de acidificación de la cuajada, se está consumiendo un producto de buena calidad.

La reducción del tiempo de acidificación de la cuajada, permitirá a los productores de queso ahorrar tiempo y cubrir mayor demanda

del producto, solucionando un problema de tipo tecnológico que se presentaba en la elaboración de queso mozzarella.

INTRODUCCIÓN

La quesería ha sido considerada como la modalidad de transformación industrial más antigua de la leche, permitiendo prolongar la conservación de la proteína más importante de la leche como es la caseína, mediante procesos microbiológicos que aumentan la digestibilidad de dicha proteína en el organismo humano. (*Spreer, 1975*)

El queso es la modalidad de transformación de la leche que permite prolongar la vida útil de la misma de quince a treinta días en el caso de quesos frescos y hasta cinco o diez años en el caso de quesos maduros. De tal forma que la elaboración de quesos es uno de los principales métodos de conservación de un alimento tan importante en la nutrición humana como es la leche. (*Aguirre, 2009*)

El queso es un producto resultante de la concentración de una parte de materia seca de la leche por medio de coagulación de la misma que puede ser producida por bacterias productoras de ácido o cuajo. El mozzarella es un queso fresco blando de consumo inmediato, de origen italiano, puede ser semigraso o magro, el producto es obtenido por un tratamiento especial de la cuajada con agua y suero caliente que la transforma en una masa blanda, fácil de estirar en largas hebras y moldear a voluntad, este tipo de queso se elabora con leche de oveja, búfala, cabra y vaca, por ser la materia prima que se dispone en mayor cantidad. (*Gutiérrez, J, 2000*)

En la actualidad el queso mozzarella es elaborado por el método tradicional de producción, en el cual el tiempo de elaboración es muy extenso siendo de 30 a 48 horas, debido a que el proceso de acidificación de la cuajada, punto clave para fundirla y obtener la

hebra característica de este tipo de queso varía entre 24 a 28 horas, para continuar con los siguientes procesos de hilado y moldeado de la misma. (Molina, 1998)

La leche puede coagularse por medio ácido, ya sea de forma natural por fermentación o por agregado de ácidos. La coagulación ácida se produce contrariamente a la coagulación enzimática. (*Equipo Regional de Fomento y Capacitación en Lechería de la FAO para América Latina*).

El queso Mozzarella Elaborado por Acidificación Química se basa en la sustitución de la fermentación natural necesaria para desmineralizar la cuajada por acidificación directa de la leche mediante un ácido. Habitualmente se utiliza ácido cítrico (en solución al 10 %). Se prefiere ácido cítrico ya que cuenta con 3 grupos ácidos-carboxílicos con mayor capacidad para quelar calcio vs el ácido láctico que presenta un solo grupo COOH. (Gauna, A, 2007)

Finalmente el producto elaborado a base de la incorporación de una fuente ácida a la leche, puede servir como una técnica sencilla para aumentar el rendimiento manteniendo la buena calidad del queso e incluso mejorar sus características organolépticas.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. TEMA

***“USO DE REGULADORES DE ACIDEZ Y SU INCIDENCIA EN EL
TIEMPO DE ACIDIFICACIÓN DE LA CUAJADA PARA LA
ELABORACIÓN DE QUESO MOZZARELLA”***

1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.2.1. Contextualización Macro

Según la *FAO* en América del Sur, muchos países están aumentando la producción de leche y se está consolidando la situación de las exportaciones netas de la región, gracias al surgimiento de exportadores de mayor relieve o simplemente de exportadores nuevos. Brasil, el mayor productor de leche de la región, se transformó por primera vez en un exportador neto de productos lácteos en 2005, ya que el aumento de la producción, combinado con

una débil demanda interna, hizo descender los precios de la leche en casi un 30 por ciento en el segundo semestre. En 2006, la producción creció en un 3,0 por ciento aproximadamente, pero no fue un aumento sostenido porque los precios no volvieron a situarse en niveles rentables.

En Argentina, la producción lechera creció, según las previsiones, en un 4,5 por ciento en 2006, frente al 4,9 por ciento en el año 2005, estimulada principalmente por el aumento de los precios internacionales y la devaluación del tipo de cambio registrada al principio del decenio. Las inversiones realizadas en el sector de la elaboración llevaron a la Argentina a ocupar un lugar importante en los mercados mundiales de exportación, sobre todo en el sector de las leches enteras en polvo, pero también, y cada vez más, en el sector de los quesos. Sin embargo, los impuestos a las exportaciones (que actualmente son del 15 por ciento para la leche en polvo y el 10 por ciento para el queso) están limitando tanto los precios internos como la producción, y restringiendo las posibilidades de un crecimiento ulterior de las exportaciones. En el Uruguay, que gracias al aumento de los precios internacionales registró en 2005 una expansión del 8 por ciento tras dos años de escaso crecimiento. (FAO, 2006)

Según la *FAO* la producción de leche aumentó significativamente en América del Sur, en países como Uruguay que posee una producción de 459 Kg/hab/año, siendo la más alta de Sudamérica, seguida por Argentina con 242 kg/hab/año y Chile con 154 kg/hab/año; Bolivia 23 kg/hab/año y el Perú que solamente tiene una producción de 37 kg/hab/año, constituyéndose uno de los países que tiene los indicadores más bajos de producción per cápita de leche de Sudamérica.

Tabla 01: Producción de Leche en Sudamérica.

País	Producción de Leche (TM)	Población (millones)	Producción de Leche (kilos/hab)
Perú	900,000	23.9	37.66
Argentina	8,000,000	33.0	242.42
Uruguay	1,393,000	3.0	459.74
Brasil	17,000,000	160.0	106.25
Chile	2,009,000	13.0	154.54
Bolivia	160,000	6.7	23.88
Colombia	3,230,000	35.0	92.29
Ecuador	1,030,000	10.9	94.40

Fuente: Rolando Piskulich (2001)

Elaborado por: Mayra C Tobar J.

En cuanto a la producción mundial de quesos (de todos los tipos), ha crecido sostenidamente durante los últimos 20 años, superando las 13.500.000 toneladas y el consumo ha aumentado a una tasa de 2% anual desde 1980, con valores de 13 kg/habitante/año en Europa y 11 en Estados Unidos. El consumo de quesos especiales ha crecido a mayor tasa que la de los tradicionales, Aunque el consumo per cápita de leche ha disminuido En Estados Unidos, el de otros productos lácteos ha aumentado sustancialmente; por ejemplo, el consumo de queso por persona se ha duplicado desde 1975 y en el año 2004 alcanzó el record de 14,15 kg/persona, convirtiéndose en el producto lácteo más consumido. (Navarro R, et al, 2009)

Las tecnologías de elaboración de Queso Mozzarella en Sudamérica no son las adecuadas, actualmente en países como Honduras, específicamente en la Escuela Agrícola Panamericana Zamorano en la Planta de Lácteos, se produce Queso Mozzarella para suplir parte de la demanda del mercado de Tegucigalpa y Zamorano, el cual es elaborado por el método tradicional de producción en la que se emplea cuatro días de elaboración, tiempo que tarda la cuajada en

acidificarse y estar lista para los siguientes procesos de hilado y moldeado. (*Molina, 1998*)

1.2.2. Contextualización Meso

En el Ecuador, los datos del Censo Agropecuario del año 2000 indican que la producción lechera se ha concentrado en la región de la Sierra, donde se encuentran los mayores productores de leche con un 73% de la producción nacional, siguiendo con un 19% la Costa, y un 8% la Amazonía y las Islas Galápagos (*Oñate, R, 2003*).

La disponibilidad de leche cruda en el país es alrededor de 3,5 a 4,5 millones de litros por día, siendo para consumo humano e industrial aproximadamente 75% de la producción. El 90% de las principales industrias procesadoras de lácteos se encuentran ubicadas en la Sierra y se dedican, principalmente, a la producción de leche pasteurizada, quesos y crema de leche, ocupando un plano secundario los otros derivados lácteos. (*Oñate, R, 2003*).

En el país son seis empresas las productoras más grandes de lácteos, destacándose a nivel regional por su producción diaria de leche en la Sierra: Nestlé - DPA con una producción de 300.000 litros; Andina con 110.000 litros; Nutrileche con 140.000 a 160.000 litros y Pasteurizadora Quito con 160.000 a 180.000 litros, y en la Costa: Rey leche y Tony con 160.000 a 180.000 litros. (*Oñate, R, 2003*).

Entre las empresas medianas se encuentran: El Ranchito con una producción de 80 a 100 mil litros diario y Lácteos Tanicuchi, con unos 50 mil litros de leche diarios procesados en yogurt, quesos y leche fluida pasteurizada en funda de polietileno; Ecualac, con una producción de 30 a 40 mil litros de leche diarios; La Finca con unos 15

mil litros. También se encuentra un sin número de plantas artesanales dedicadas a la producciones de quesos frescos con una producción diaria de hasta 10 mil litros diarios. (*Industria Alimenticia, 2010*)

Cuadro 01: Producción de leche en la región sierra (en miles de litros).

PROVINCIAS	PRODUCCION TOTAL EN LITROS	PORCENTAJE DE PARTICIPACIÓN (%)
AZUAY	195	7,01
BOLÍVAR	202	7,26
CAÑAR	161	5,79
CARCHI	156	5,61
COTOPAXI	442	15,89
CHIMBORAZO	294	10,57
IMBABURA	111	3,99
LOJA	155	5,57
PICHINCHA	838	30,14
TUNGURAHUA	226	8,12
TOTAL	2.780	100

Fuente: INEC – 1999

Elaborado por: Mayra C Tobar J.

El mercado ecuatoriano de quesos es muy dinámico; de acuerdo con las investigaciones de Pulso Ecuador, un 84,3% de los hogares urbanos de las principales 15 ciudades consumen regularmente este producto; esto representa algo más de un millón de hogares. Indudablemente, el mercado más dinámico es el del queso fresco; su tradición y precio son factores decisivos a la hora de elegirlo: 92,8% de los hogares que compran regularmente queso adquieren ese tipo. La variedad mozzarella (11,5%) y los quesos maduros (4,8%) son también predilectos por una gran cantidad de ecuatorianos; aunque, el precio de estos productos hace que su consumo se concentre mayormente en los hogares de altos ingresos.

En el Ecuador urbano, mensualmente se consumen 1,36 millones de kilos de queso de todas las variedades, lo cual representa un mercado de \$7,03 millones por mes. El consumo promedio por hogar alcanza las 2,5 unidades de 500 gramos; para ello una familia destina en promedio \$6,5 por mes. El 81,5% del mercado de quesos corresponde a la variedad del fresco, que contempla el queso de mesa, de comida, el amasado, el criollo, entre otros. El mercado ecuatoriano de quesos es bastante complejo; más de 300 marcas compiten para incrementar su participación de mercado; no obstante, de entre ellas, existen exitosas empresas que lideran el mercado, con muchos años de tradición y presencia en el mercado. (*Diario Hoy, 2008*).

1.2.3. Contextualización Micro

En Tungurahua se destaca la producción de leche en granja familiar, para lo cual existen tres centros de acopio: uno en la parroquia Santa Rita de Píllaro, que reúne 2000 litros diarios de leche; el segundo en Hualcanga, Quero, que recibe el mismo número, y El tercero en Sucre, Patate, y que almacena 1300 litros diarios. Esta leche después es comercializada por la Asociación de Ganaderos de la Sierra y el Oriente. (AGSO), que previamente revisa la calidad de la producción de los granjeros de Tungurahua. (VCH). (*Diario Hoy, 2008*).

Según *Velasteguí, L, (2003)* del 100% de producción de leche en la región de la Sierra, el 8,12% corresponde a la provincia del Tungurahua.

Cuadro 02: Producción de leche a diario en los principales cantones productores de la provincia del Tungurahua.

CANTONES	PRODUCCIÓN TOTAL EN LITROS
Quero	12.758
Mocha	17.247
Ambato	14.329
Pelileo	3.414
Píllaro	68.715
Tisaleo	2.315
TOTAL	118.778

Fuente: Diario La Hora, 2012

Elaborado por: Mayra C Tobar J.

Según el *Diario la Hora* (2012) Tungurahua, con tanta infinidad de ecosistemas y abundante ganadería, debería tener docenas de marcas –familiares- de quesos, varias por cada cantón, pero falta el conocimiento de técnicas sencillas pero sensibles, como que para hacer queso mozzarella se debe dejar la cuajada reposar 24 horas y luego hecha cubitos ponerla en agua a 60 grados y armar manualmente las pelotas de este famoso queso.

1.2.4. Análisis Crítico

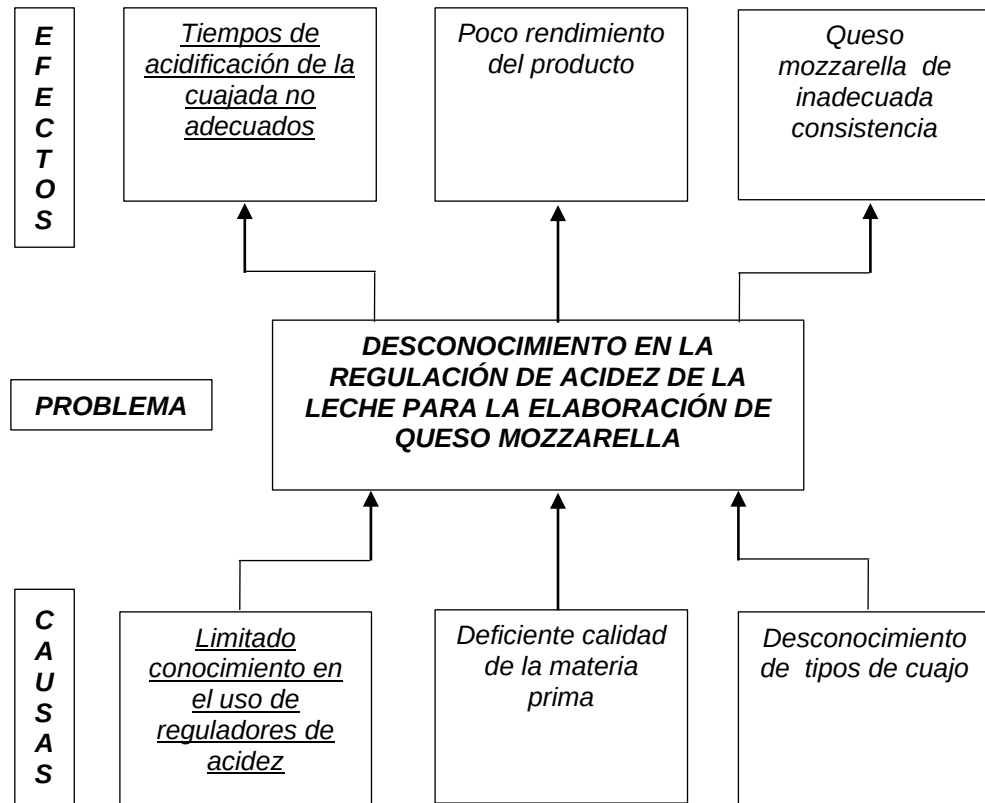


Gráfico 01: Árbol de Problema del Desconocimiento en la Regulación de Acidez de la Leche para la Elaboración de Queso Mozzarella

Fuente: Mayra C Tobar J.

Elaborado por: Mayra C Tobar J.

1.2.5. Prognosis

Al no efectuar el presente proyecto de investigación, eliminaríamos la posibilidad de reducir el tiempo de acidificación de la cuajada para la elaboración de queso mozzarella mediante el uso de reguladores de acidez, consecuentemente los costos de producción del queso continuarán siendo elevados, la rentabilidad del producto no mejorará y el tiempo de manufactura que se emplea en el proceso seguirá siendo una limitante en las Plantas Industriales.

1.2.6. Formulación del Problema

¿El desconocimiento de la Regulación de Acidez de la leche incide en el tiempo de acidificación de la cuajada para la elaboración de Queso Mozzarella?

El limitado conocimiento en el uso de reguladores de acidez, la deficiente calidad de la materia prima y el desconocimiento del tipo de cuajos en la regulación de acidez de la leche para la elaboración de queso mozzarella, producen tiempos de acidificación de la cuajada no adecuados, poco rendimiento del producto y quesos mozzarella de inadecuada consistencia.

1.2.7. Preguntas Directrices

- ¿Qué tipos de Ácidos se están utilizando actualmente en la elaboración de Queso Mozzarella?
- ¿Cuál es el mejor tratamiento a nivel sensorial?
- ¿Cuál es la calidad físicoquímica y microbiológica de la materia prima (leche)?
- ¿Cuál es el tiempo de vida útil del mejor tratamiento?

- ¿El uso de reguladores de acidez inciden en el tiempo de acidificación de la cuajada?

1.2.8. Delimitación del Objeto de Investigación

Campo : Alimentos

Área : Tecnología de Lácteos

Sub-área : Quesos

Sector : Queso Mozzarella

Sub-sector : Uso de Reguladores de Acidez y su incidencia en el Tiempo de Acidificación de la Cuajada para la Elaboración de Queso Mozzarella

Espacial : Laboratorio de Tecnología de Alimentos de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos correspondiente a la Universidad Técnica de Ambato.

Temporal : Marzo - Octubre 2012.

1.3. JUSTIFICACIÓN

El presente proyecto de investigación estudió el uso de reguladores de acidez y su incidencia en el tiempo de acidificación de la cuajada para la elaboración de queso mozzarella.

El queso es la modalidad de transformación de la leche que permite prolongar la vida útil de la misma de quince a treinta días en el caso de quesos frescos y hasta cinco o diez años en el caso de quesos maduros. Por lo tanto se consideró que la elaboración de quesos es uno de los principales métodos de conservación de un alimento tan importante en la nutrición humana como es la leche. (Aguirre, 2009)

En la actualidad el queso mozzarella es elaborado por el método tradicional de producción, en el cual el tiempo de elaboración es muy extenso siendo de 30 a 48 horas, debido a que el proceso de acidificación de la cuajada, punto clave para fundirla y obtener la hebra característica de este tipo de queso varía entre 24 a 28 horas, para continuar con los siguientes procesos de hilado y moldeado de la misma. (*Molina, 1998*)

En el Ecuador la demanda de queso mozzarella es elevada, puesto que el 10,3% del gasto mensual de las familias corresponde al consumo de este tipo de queso, de esta forma el tiempo de acidificación de la cuajada es una limitante para las empresas lácteas, ya que no logran suplir con las demandas del producto y los costos de producción se elevan. (*Orbe, 2005*)

La importancia del uso de reguladores de acidez para la elaboración de queso mozzarella en nuestro proceso radica en reducir el período de acidificación de la cuajada, mejorando las características de consistencia e hilado a la masa y disminuir el tiempo de manufactura de este producto, permitiendo aumentar los rendimientos y rentabilidad del queso mozzarella, lo que incrementa la facilidad de producción.

1.4. OBJETIVOS

1.4.1. Objetivo General

- Analizar los reguladores de acidez y su incidencia en el tiempo de acidificación de la cuajada para la Elaboración de Queso Mozzarella.

1.4.2. Objetivos Específicos

- Identificar el ácido más adecuado que permita reducir el tiempo de acidificación de la cuajada.
- Elegir el mejor tratamiento a través de cataciones empleando una escala hedónica.
- Realizar análisis proximal en la materia prima (leche) y microbiológico en el producto terminado (mejor tratamiento).
- Determinar el tiempo de vida útil del mejor tratamiento mediante cálculos de ingeniería.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

Según *Gutiérrez, J, (2000)* el queso es un producto resultante de la concentración de una parte de materia seca de la leche por medio de coagulación de la misma que puede ser producida por bacterias productoras de ácido o cuajo. El mozzarella es un queso fresco blando de consumo inmediato, de origen italiano, puede ser semigraso o magro, el producto es obtenido por un tratamiento especial de la cuajada con agua y suero caliente que la transforma en una masa blanda, fácil de estirar en largas hebras y moldear a voluntad, este tipo de queso se elabora con leche de oveja, búfala, cabra y vaca, por ser la materia prima que se dispone en mayor cantidad.

Según *Aguirre, J, (2009)* los quesos de pasta hilada (pasta filata) como el mozzarella presentan las siguientes características generales:

- Grasa en materia seca 20 – 60%

- Contenido de agua 35 – 60%
- Contenido de sal 0,5 – 2%

Los quesos hilados, se caracterizan por una fermentación de la cuajada, hasta alcanzar un pH de 4,9 – 5,2, seguido de un proceso donde la cuajada es hilada en agua caliente a 70 – 80°C. Esto deriva de una cuajada “similar al plástico”, y le da al queso terminado su característica estructura fibrosa, propiedades de fundido y de elasticidad correspondientes.

Según el *Gauna, A, (2007)* el queso Mozzarella Elaborado por Acidificación Química se basa en la sustitución de la fermentación natural necesaria para desmineralizar la cuajada por acidificación directa de la leche mediante un ácido. Habitualmente se utiliza ácido cítrico (en solución al 10 %), obteniendo el pH de filado entre pH 5,6 y 5,85. Se prefiere ácido cítrico ya que cuenta con 3 grupos ácidos-carboxílicos con mayor capacidad para quelar calcio vs el ácido láctico que presenta un solo grupo COOH.

El ácido cítrico se adiciona en leche fría para evitar floculación de las caseínas, dosis aprox. 1,2 – 1,25 g/litro.

Ventajas y desventajas respecto a la Mozzarella elaborada con fermentación biológica:

- Tiempo de producción reducido
- Fácil mecanización
- Ligero incremento del rendimiento (0,1-0,2 %)
- Sabor neutro, poco definido
- Menor conservabilidad del producto final

- Muy vulnerable a contaminantes

Según el *Equipo Regional de Fomento y Capacitación en Lechería de la FAO para América Latina* la leche puede coagularse por medio ácido, ya sea de forma natural por fermentación o por agregado de ácidos. La coagulación ácida se produce contrariamente a la coagulación enzimática, es decir, por modificación electrostática del sistema que neutraliza cargas negativas de las micelas hasta alcanzar el punto isoeléctrico de la caseína (pH 4,6) y luego intercambia iones de calcio por iones de hidrógeno, de la misma forma que una resina intercambiadora de iones. Por lo tanto el puente bivalente capaz de mantener la estabilidad del coágulo no se forma, las cuajadas ácidas son esencialmente desmineralizadas.

2.2. FUNDAMENTACIÓN FILOSÓFICA

La presente investigación estuvo guiada por una orientación filosófica constructivista social con un enfoque tanto neopositivista como crítico propositivo; donde mediante un análisis comparativo de sus aspectos paradigmáticos se pudo ver, analizar, interpretar y emitir una propuesta tendiente a solucionar el problema formulado como es el “Uso de Reguladores de Acidez y su Incidencia en el Tiempo de Acidificación de la Cuajada para la Elaboración de Queso Mozzarella”

Así el paradigma neopositivista permitió:

- ✓ Tomar en consideración lo cuantitativo, donde mediante un análisis e interpretación de los datos recopilados se logró desarrollar una verdadera investigación científica, misma que permitió una explicación lógica de los sucesos que se produjeron durante el proceso de elaboración del proyecto y la predicción anticipada de las hipótesis planteadas. (Zubizarreta, 1998)

- ✓ Tener una visión más clara de la realidad, por ser un paradigma más abierto, flexible y nunca acabado; permitió hacer un análisis cualitativo más allá de los números fríos y preocupándose del ¿Por qué? Del problema planteado. (Zubizarreta, 1998)

2.3. FUNDAMENTACIÓN LEGAL

La base fundamental de este proyecto fue el cumplimiento de las normas INEN pertinentes a la elaboración de queso mozzarella, materia prima y a sus análisis respectivos donde se determinó los diversos parámetros que se detallan a continuación en la Tabla 02.

Tabla 02: Normas INEN, análisis físicos - químicos y sensoriales relacionadas con la elaboración de queso mozzarella.

MÉTODO	DESCRIPCIÓN
NORMA INEN 009	Leche Cruda. Requisitos
NORMA INEN 11	Leche. Determinación de Densidad relativa
NORMA INEN 12	Leche. Determinación de Contenido de grasa
NORMA INEN 13	Leche. Determinación de Acidez Titulable
NORMA INEN 18	Leche. Ensayo de Reductasas
NORMA INEN 63	Quesos. Determinación del Contenido de Humedad
NORMA INEN 64	Quesos. Determinación del Contenido de Grasas
NORMA INEN 82	Queso Mozzarella. Requisitos
Escala hedónica	Evaluación Sensorial.

Fuente: Mayra C Tobar J.

Elaborado por: Mayra C Tobar J.

2.4. CATEGORÍAS FUNDAMENTALES

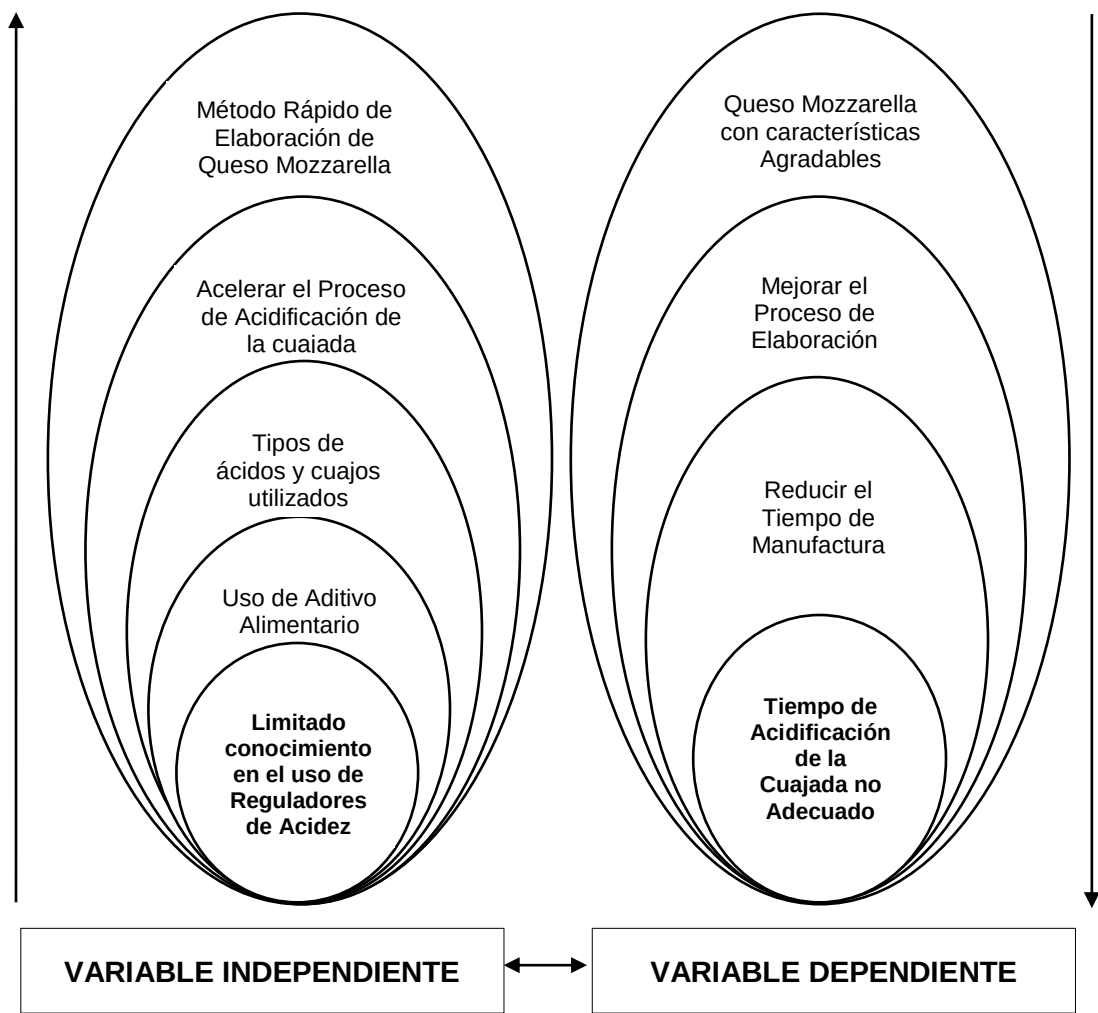


Gráfico 02: Red de Inclusiones
Fuente: Mayra C Tobar J.
Elaborado por: Mayra C Tobar J.

2.4.1. Variable Independiente

2.4.1.1. Limitado Conocimiento en el Uso de Reguladores de Acidez

Los reguladores de acidez, también llamados de agentes reguladores de pH, son aditivos alimenticios utilizados para modificar o mantener el pH de los alimentos. Los reguladores de acidez son usados para alterar y controlar la acidez o alcalinidad de un nivel específico importante para el procesamiento, sabor y seguridad alimenticia. El control inadecuado del pH puede resultar en surgimiento de bacterias indeseables en el producto que podría ser un peligro potencial a la salud. (Ibañez, F, 2003).

Los reguladores de acidez que se utilizan en alimentos se conocen como acidulantes y son sustancias naturales absolutamente inofensivas en la alimentación humana y que se permiten en cantidad suficiente. Los acidulantes son sustancias que realizan una aportación nutricional positiva y se añaden para influir sobre el grado de acidez del producto. (Ibañez, F, 2003).

2.4.1.2. Uso de Aditivos Alimentarios

Según el Codex Alimentarius define a los aditivos alimentarios como cualquier sustancia que normalmente no se consume como alimento por sí misma ni se usa como ingrediente de la comida, tenga o no valor nutricional y cuyo agregado intencional en los alimentos para un propósito tecnológico (incluyendo organoléptico) en la manufactura, procesamiento, preparación, tratamiento, empaque, transporte o almacenamiento resulta – o puede resultar (directa o

indirectamente)- en su incorporación (o la de algún derivado) como componente del alimento o afectar de algún modo las características de dicho alimento.” El Codex Alimentarius establece que el uso de aditivos alimentarios es justificado si su uso ofrece ventajas, no presenta riesgos ni induce a error en los consumidores.

2.4.1.3. Tipos de Ácidos y Cuajos utilizados

2.4.1.3.1. Ácido Cítrico E330

El ácido cítrico es el ácido y el agente de control de pH más utilizado en la industria alimentaria. Este refuerza el trabajo de los antioxidantes, tales como el ácido ascórbico (E300). Así mismo, es utilizado como un agente acidulante en la producción de queso mozzarella. Está presente en grandes cantidades en las frutas, predominando en los cítricos. Debido a que su extracción a partir de las frutas es muy costosa, comercialmente es producido con la ayuda de bacterias y levaduras. *(Miguel Calvo Rebollar, 1991)*

2.4.1.3.2. Ácido Láctico E270

El ácido láctico es una sustancia natural producida por los organismos que hacen que la leche se corte. Considerado como conservante de alimentos, actúa como agente sinérgico de los antioxidantes, acidulante y saborizante. *(Miguel Calvo Rebollar, 1991)*

2.4.1.3.3. Cantidad de Ácidos Recomendada en Leche

La tabla que se presenta a continuación proporciona las cantidades recomendadas de diferentes ácidos por cada 100 Kg. de leche a 82°C.

Cuadro 03: Cantidad recomendada de ácidos por cada 100 Kg. de leche a 82°C y el pH resultante en el queso.

ÁCIDO	PUREZA %	CANTIDAD/GRAMO	pH
Acético Glacial	95	165	5.30
Láctico	85	250	5.35
Cítrico	100	195	4.92
Fosfórico	85	195	5.15

Fuente: Ramirez, G. (2008)

Elaborado por: Mayra C Tobar J

2.4.1.3.4. Cuajo Chremilk

El cuajo Chremilk es elaborado a partir de una renina microbiana utilizada para la elaboración de quesos, caracterizado por ser un sistema enzimático de grado alimenticio, obtenido a través de una fermentación controlada a partir de *Rhizomucor miehei*. Contiene una proteasa con una actividad específica que la hace efectiva como una enzima para coagular la leche.

Los requerimientos de calcio para el cuajo Chremilk al igual que para las enzimas de origen animal, necesita de la presencia de iones calcio para su actividad. El calcio adicionado, en forma de Cloruro de Calcio, debe ser en un rango de 10-100 g por cada 100lts de leche para conseguir un óptimo rendimiento.

El efecto del pH para este tipo de cuajo al igual que las enzimas de origen animal, se caracteriza por ser sensible a este factor. El rango óptimo de pH va de 6.0 – 7.0; y el rango efectivo va de 5.5 – 7.5.

La estabilidad en almacenamiento para este tipo de cuajo es recomendada mantenerlo en recipientes cerrados. En lugares frescos y secos; la pérdida de actividad es menor al 10% en un año. La vida de anaquel se puede prolongar si se almacena bajo condiciones de refrigeración a 5°C. (Ospina Andrea, 2010).

El efecto de la temperatura sobre la actividad de Chremilk va de 30 – 40°C, el rango efectivo va de 25 - 45°C. (Ospina Andrea, 2010).

2.4.1.3.5. Cuajo Marschall

Marschall es un tipo de cuajo líquido, el cual posee como ingrediente activo un coagulante microbiano producido por una cepa seleccionada no patógena del hongo *Mucor Pusillus* y/o *Mucor Mieheli*. Tiene la ventaja de ser más barato por no depender de animales tiernos. Las presentaciones son en polvo, pastillas o líquido, cuando se utiliza en forma líquida es agregado a la leche a razón de 10 mililitros/100 litros de leche.

El rango óptimo de pH bajo el cual actúa este tipo de cuajo va de 6.0 – 7.0; y el rango efectivo va de 5.3 – 7.5.

La estabilidad en almacenamiento para Marschall es recomendable por un periodo de 18 meses a partir de su fecha de manufactura, tiempo en el cual su potencia permanece invariable. Para su conservación, el producto se debe almacenar en un lugar fresco y seco, bajo condiciones de refrigeración a temperaturas de 4 - 15°C y protección a la luz solar.

La temperatura óptima para que actúe el cuajo es de 30-40°C, siendo la temperatura óptima de 35°C. Hay que tener en cuenta que si la leche está muy fría o muy caliente el cuajo no actúa o actúa muy despacio, si hay leche ácida trabaja rápidamente. (PROES, 2005).

2.4.1.4. Acelerar el Proceso de Acidificación de la Cuajada

Según el *Equipo Regional de Fomento y Capacitación en Lechería de la FAO para América Latina*, el proceso de acidificación de la cuajada se basa, en una reacción específica de la leche sea la de su coagulación por la acción enzimática o ácida. Cuando se trata de una coagulación ácida, ya sea natural por fermentación o por agregado de ácidos, ésta carece de la fase enzimática de ataque a la caseína y transformación de paracaseína.

2.4.1.5. Método Rápido de Elaboración de Queso Mozzarella

Según *Villegas A. (1993)* existen varias técnicas para elaborar Queso Mozzarella que difieren no solamente en la aplicación de un cultivo, o un ácido, sino también en el tiempo de proceso, el cual puede ir desde unas horas (3-6h), hasta 2 días.

Estos métodos pueden ser:

- Con leche cruda fresca, acidificada directamente con un ácido, como el láctico, acético o cítrico.
- Empleando leche, pasteurizada y fría, acidificada con un ácido orgánico, antes de cuajarla.

Además, es claro, que cuando se utilizan ácidos orgánicos se logran tiempos de proceso más cortos.

2.4.2. Variable Dependiente

2.4.2.1. Tiempo de Acidificación de la Cuajada no Adecuado

Según *Aguilar B. et al. (2006)* el proceso de acidificación de la cuajada representa la etapa más larga durante la elaboración de Queso Mozzarella. El tiempo de elaboración de este queso es muy largo (12 a 15 horas), debido a que el proceso de acidificación de la cuajada, punto clave para fundirla y obtener la hebra característica varía entre 6 y 8 horas.

2.4.2.2. Reducir el Tiempo de Manufactura

Según *Molina B. (1998)* el queso Mozzarella se elabora por el método tradicional de producción en el que se emplea cuatro días de elaboración, tiempo en el cual la cuajada está acidificada y lista para su hilado y moldeado. Este tiempo de manufactura constituye una limitante para las plantas industriales. Pero al emplear ácidos como ácido cítrico se reduce el tiempo de elaboración del queso a 2,5 horas, aumentando los rendimientos significativamente de 8,83 a 9,5% e incrementando la rentabilidad de 12 a 20%.

2.4.2.3. Mejorar el Proceso de Elaboración de Queso Mozzarella

Según *Ordoñez. L (2008)* la elaboración de quesos mediante la coagulación por vía ácida o acidificación química directa (AQD), se utiliza en forma tradicional en América Latina en la producción de queso blanco y también se ha incorporado en la elaboración de queso Cottage, Ricotta y Mozzarella con resultados variables. La aplicación de AQD se ha dirigido básicamente a variedades de queso que no

requieren maduración. Al reemplazar los cultivos lácteos por ácido puro, solo se está reemplazando una función del cultivo, que es la producción de ácido ya que las otras actividades que desempeñan los cultivos no pueden ser reemplazadas por el ácido.

La AQD reduce los requerimientos de tiempo y mano de obra a la vez que independiza al quesero del manejo y cuidado de los cultivos lácticos. La elaboración de queso Mozzarella sin cultivos, mediante AQD, toma solo la mitad del tiempo de elaboración requerido en el método tradicional. Sin embargo, se ha encontrado, que la pérdida de sólidos en el suero puede ser mayor comparada con el proceso tradicional, además la AQD puede ser usada para reducir la cantidad de cuajo a emplear en la elaboración de queso Mozzarella, así también como para usar leches calentadas a temperatura superior a las de pasteurización con evidentes ventajas en el rendimiento.

2.4.2.4. Queso Mozzarella con Características Agradables

La incorporación de una fuente ácida a la leche, puede servir como una técnica sencilla para aumentar el rendimiento manteniendo la buena calidad del queso e incluso mejorar sus características organolépticas. La acidificación, al igual que la pasteurización, permite evitar el desarrollo de bacterias cuya presencia en los quesos no terminados no es conveniente, como son: *Escherichia coli*, *Coliformes totales*, *Mohos* y *levaduras* (Sánchez C. et al 1994).

2.4.3. Diagrama de Flujo

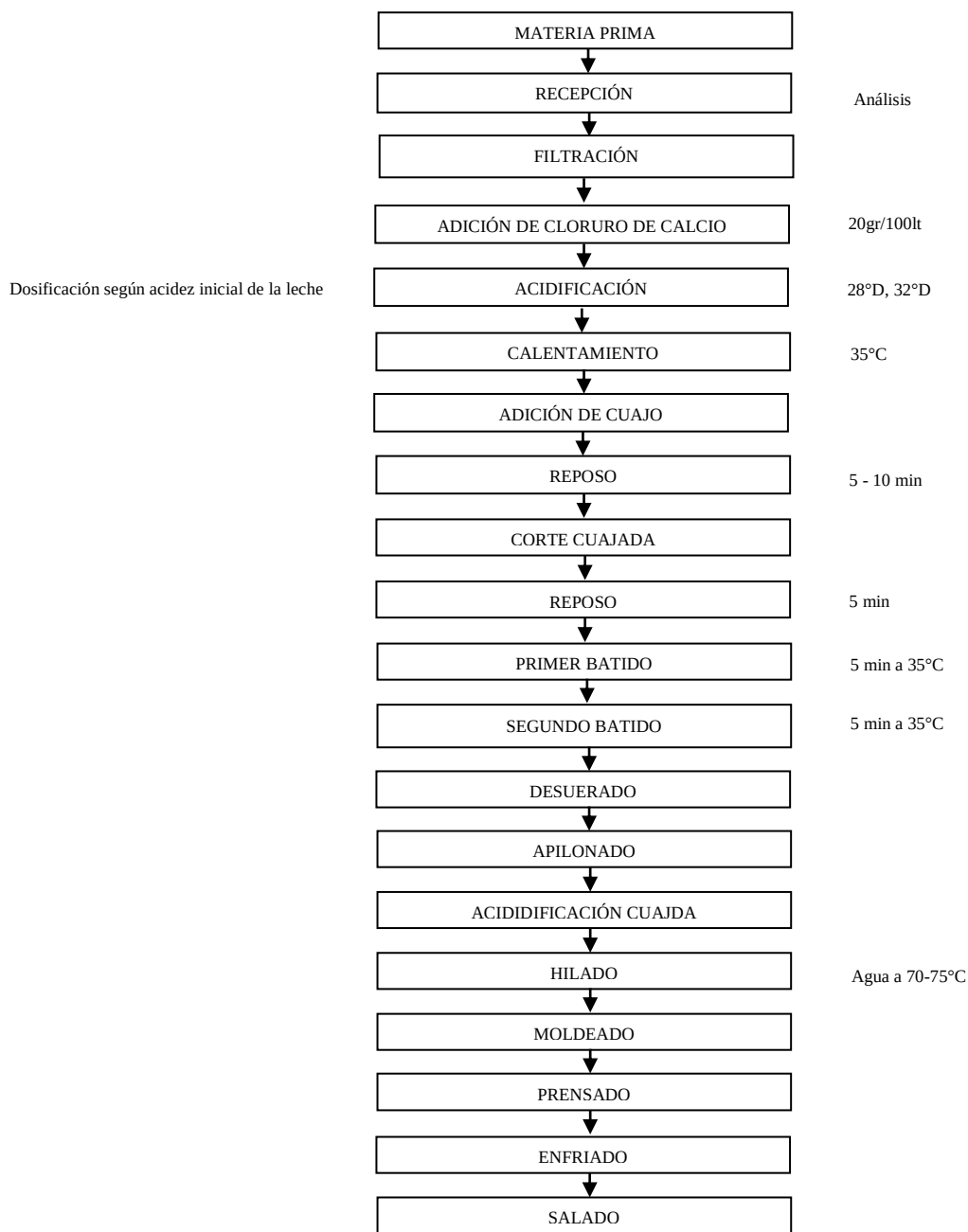


Gráfico 03: Diagrama de flujo para la Elaboración de Queso Mozzarella.

Elaborado por: Mayra C Tobar J.

2.4.4. Descripción del Proceso

MATERIA PRIMA.- La leche se recibió en la plataforma o andén de recepción después de haber realizado los análisis básicos.

FILTRACIÓN.- La filtración se lo realizó con el propósito de eliminar cualquier partícula o material extraño que se encontró en la leche. Se la pudo realizar a través de telas, paños, filtros metálicos o plásticos, etc.

ADICIÓN DE CLORURO DE CALCIO.- Se añadió en una cantidad de 20gr por cada 100lt de leche.

ACIDIFICACIÓN.- La dosificación de los reguladores de acidez se realizó según la acidez inicial de leche hasta los 28 y 32°D, respectivamente.

CALENTAMIENTO.- Una vez añadido los reguladores de acidez, se procedió a un calentamiento lento de la leche hasta que llegó a una temperatura de 35 – 40 °C.

ADICIÓN DE CUAJO.- El cuajo que se utilizó es líquido, el mismo que se diluyó en una pequeña cantidad de agua tibia, la cantidad que se utilizó es según las recomendaciones técnicas, cuando alcanzó la temperatura de 35 – 40 °C, se procedió a poner el cuajo en la leche.

REPOSO.- El cuajo mezclado en la leche es dejó a la temperatura ya mencionada durante 5 - 10 minutos, transcurrido este tiempo la coagulación ha llegado a su estado óptimo y estuvo listo para el siguiente paso.

CORTE.- Se verificó que la coagulación ya se cumplió y se procedió al corte, el cual fue lo más lo más lento posible para evitar la pérdida de sólidos, el tipo de corte que se utilizó es el del tamaño de una haba (2,5 x 1,5 cm).

PRIMER Y SEGUNDO BATIDO.- La cuajada cortada se sometió a un batido, al principio muy suave y luego se incrementó la rapidez de éste, esto se hizo con el objeto de eliminar el exceso de suero contenido en la cuajada. El tiempo de batido fue de 5 minutos, por cada batido.

DESUERADO.- Terminado el tiempo de batido, la cuajada se dejó en reposo para facilitar la extracción del suero, para el desuerado se utilizó una malla plástica, la cantidad de suero que se extrajo fue del 40% aproximadamente.

APILONADO DE LA CUAJADA.- La cuajada se desueró totalmente en una malla donde fue apilonada y a la vez nos sirvió como ayuda para sacar el exceso de suero de la cuajada.

ACIDIFICACIÓN DE LA CUAJADA.- Constituyó el paso más demorado del proceso de elaboración de mozzarella, la cuajada adquirió la acidez adecuada y se continuó al proceso de hilado.

HILADO DE LA CUAJADA.- La cuajada se llevó a una olla en donde estuvo agua a una temperatura de 70 - 75 °C, luego se procedió a amasar los cubitos de la cuajada hasta que se obtuvo una sola masa, homogénea y elástica.

MOLDEADO.- Con la masa bien homogénea y estirable se pesó y cortó tiras de 200gr, estas tiras fueron envueltas en una bola.

PRENSADO Y ENFRIADO.- Una vez moldeado el queso se colocó en agua fría alrededor de 4°C hasta que éstos se encontraron totalmente fríos.

SALADO- Los quesos enfriados se sumergieron en salmuera que tuvo una concentración de 22°Be, aquí se los dejó por el lapso de 2-4 horas aproximadamente, dependiendo del peso y tamaño del queso.

EMPAQUETADO.- Se colocó en fundas de polietileno de baja densidad con una selladora automática.

ALMACENAMIENTO.- Los quesos mozzarella elaborados se almacenaron a una temperatura de refrigeración de 4 a 8°C y humedad relativa de 70 a 85%.

2.5. HIPÓTESIS

Hipótesis nula

H₀: Los factores experimentales (tipo de regulador de acidez, acidez de la leche y tipo de cuajo) no influyen significativamente en el tiempo de acidificación de la cuajada para la elaboración de queso mozzarella.

Hipótesis Nula (H_0)

$$H_0: A_i = 0$$

$$H_0: B_j = 0$$

$$H_0: C_k = 0$$

$$H_0: (AB)_{ij} = 0$$

$$H_0: (AC)_{ik} = 0$$

$$H_0: (BC)_{ji} = 0$$

$$H_0: (ABC)_{ijk} = 0$$

Hipótesis alternativa

H₁: Los factores experimentales (tipo de regulador de acidez, acidez de la leche y tipo de cuajo) influyen significativamente en el tiempo de acidificación de la cuajada para la elaboración de queso mozzarella.

Hipótesis Alternativa (H_i)

$$H_i: A_i \neq 0$$

$$H_i: B_j \neq 0$$

$$H_i: C_k \neq 0$$

$$H_i: (AB)_{ij} \neq 0$$

$$H_i: (AC)_{ik} \neq 0$$

$$H_i: (BC)_{ji} \neq 0$$

$$H_i: (ABC)_{ijk} \neq 0$$

2.6. SEÑALAMIENTO DE VARIABLES

Las variables independiente y dependiente determinadas en base al tema: “USO DE REGULADORES DE ACIDEZ Y SU INCIDENCIA EN EL TIEMPO DE ACIDIFICACIÓN DE LA CUAJADA PARA LA ELABORACIÓN DE QUESO MOZZARELLA”, son las siguientes:

Variable Independiente:

Limitado Conocimiento en el Uso de Reguladores de Acidez

Variable Dependiente:

Tiempo de Acidificación de la Cuajada no Adecuado

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1. ENFOQUE

El presente trabajo de investigación tuvo como finalidad estudiar el “Uso Reguladores de Acidez y su Incidencia en el Tiempo de Acidificación de la Cuajada para la Elaboración de Queso Mozzarella”; todo esto se realizó en dos etapas, la primera se basó en revisión bibliográfica existente sobre este tema y la segunda mediante ensayos experimentales, en donde los resultados fueron analizados estadísticamente, también se comprobó las hipótesis, por lo tanto, la presente investigación tuvo un enfoque cualitativo y cuantitativo.

3.2. MODALIDAD BÁSICA DE LA INVESTIGACIÓN

El presente trabajo investigativo se fundamentó en las siguientes modalidades:

Investigación Bibliográfica – Documental: Tuvo el propósito de conocer, comparar, ampliar, profundizar y deducir diferentes

enfoques, teorías, conceptualizaciones y criterios de diversos autores sobre una cuestión determinada, basándose en documentos, libros, revistas, periódicos y otras publicaciones. Es así, para solucionar el problema propuesto se requirió de revisión documental de manera periódica donde se estableció adecuadamente los protocolos para la ejecución de la fase experimental, y también se conoció la existencia de resultados obtenidos y experiencias de investigaciones anteriores, para solucionar un problema igual o similar.

Investigación Experimental o de Laboratorio :Es el estudio en que se manipuló ciertas variables independientes para observar los efectos en las perspectivas variables dependientes, con el propósito de precisar la relación causa – efecto. Se realizó un control riguroso de las variables sometidas a experimentación por medio de procesamientos estadísticos.

Es así, que en el presente trabajo de investigación se propuso un diseño experimental que relaciona las variables dependiente e independiente, dicho diseño se lo llevó a cabo en el Laboratorio de Tecnología de Alimentos, y a través de técnicas e instrumentos estadísticos se procedió al procesamiento de los datos donde se llegó a obtener resultados, interpretables.

3.3. NIVEL O TIPO DE INVESTIGACIÓN

Para la ejecución del proyecto se utilizó los siguientes tipos de investigación:

Investigación Exploratoria: Este tipo de investigación reconoció, registró, o averiguó con diligencia una cosa o un lugar.

Permitió conocer las condiciones apropiadas para estudiar el Uso Reguladores de Acidez y su Incidencia en el Tiempo de Acidificación de la Cuajada mediante la Elaboración de Queso Mozzarella.

Investigación Explicativa: Este tipo de investigación permitió un análisis profundo de las causas del problema en donde se pudo identificar las posibles soluciones e se implementó las estrategias necesarias.

3.4. POBLACIÓN Y MUESTRA

Población.- Para la ejecución del presente proyecto de investigación se tuvo como población a los reguladores de acidez que fueron utilizados para la elaboración de queso mozzarella. Como materia prima se trabajó con leche del cantón Ambato, parroquia de Atahualpa, para la evaluación sensorial del queso mozzarella se consideró como población a los alumnos de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos.

Muestra.- Se trabajó con dos tipos de ácido y cuajo:

- ✓ Ácido Cítrico
- ✓ Ácido Láctico
- ✓ Cuajo Chremilk
- ✓ Cuajo Marschall

3.5.DISEÑO EXPERIMENTAL

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo con los siguientes factores y niveles indicados en la Tabla 03.

Tabla 03: Factores y niveles del diseño experimental.

FACTORES	NIVELES
A: Tipo de Regulador de Acidez	a₀: Ácido Cítrico
	a₁: Ácido Láctico
B: Acidez de la Leche	b₀: 28°D
	b₁: 32°D
C: Tipo de Cuajo	c₀: Chremilk
	c₁: Marschall

Fuente: Mayra C Tobar J.

Elaborado por: Mayra C Tobar J.

Para establecer la relación entre los factores de estudio: Tipo de Regulador de Acidez, Acidez de la Leche y Tipo de Cuajo, se consideró aplicar un **DISEÑO CON ARREGLO FACTORIAL 2ⁿ(2³)**, por lo que tuvo 8 tratamientos, los mismos se trabajaron con una réplica donde se obtuvo un total de 16 tratamientos. Aplicando el siguiente modelo matemático:

$$Y_{ijkl} = \mu + A_i + B_j + C_k + (AB)_{ij} + (AC)_{ik} + (BC)_{jk} + (ABC)_{ijk} + (R)_l + \varepsilon_{ijkl}$$

Para la evaluación sensorial se escogió catadores semi-entrenados en forma aleatoria, aplicando un DISEÑO DE BLOQUES INCOMPLETOS, bajo el siguiente modelo matemático:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + B_j + E_{ij}$$

Las respuestas experimentales fueron:

En el Proceso de Elaboración:

- Tiempo de Acidificación de la Cuajada

En la materia prima leche.

- Análisis Físicos químicos o análisis proximal
 - o Densidad Relativa
 - o Grasa
 - o Proteína
 - o Acidez Titulable
 - o pH
- Microbiológicos
 - o Ensayo de Reductasas

En queso mozzarella elaborado.

- Análisis Sensorial
- Análisis Físico-Químicos
 - o Humedad
 - o Materia Grasa

En el mejor tratamiento:

- Análisis Microbiológico
 - o *Coliformes*
 - o *E.coli*
- Vida Útil

3.6. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

3.6.1. Variable Independiente

Cuadro 04: Limitado Conocimiento en el Uso de Reguladores de Acidez

CONCEPTUALIZACIÓN	DIMENSIONES	INDICADORES	ITEMS BÁSICOS	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS
El uso de reguladores de acidez es: La acidificación química directa de la leche mediante la utilización de distintos ácidos, que permiten la coagulación de la cuajada para elaborar Queso Mozzarella.	Ácidos	a_0 : Ac. Cítrico a_1 : Ac. Láctico	¿Cuál es el ácido que permitirá acidificar la cuajada en menor tiempo? ¿El tipo de ácido influye en las características organolépticas de queso mozzarella?	Análisis Físico – Químicos Análisis Sensorial
	Acidez de la Leche	b_0 : 28°D b_1 : 32°D	¿Cuál es el grado de acidez	
	Cuajos	c_0 : Chremilk c_1 : Marschall	adecuado para reducir el tiempo de acidificación de la cuajada?	

Fuente: Mayra C Tobar J.

Elaborado por: Mayra C Tobar J.

3.6.2. Variable Dependiente

Cuadro 05: Tiempo de Acidificación de la Cuajada no Adecuado

CONCEPTUALIZACIÓN	CATEGORÍA	INDICADORES	ITEMS BÁSICOS	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS
El tiempo de acidificación de la cuajada: Es la cantidad de minutos que tarda la leche en acidificarse, mediante la formación de ácido láctico y formar coágulos para continuar al proceso de hilado.	Tiempo	Minutos	¿Cuál es el tiempo adecuado que tarda la cuajada en acidificarse?	Cronómetro Análisis Físico Químico
	Acidez del Suero	Acidez Titulable	¿Cuál es la acidez adecuada para continuar al proceso de hilado?	

Fuente: Mayra C Tobar J.

Elaborado por: Mayra C Tobar J.

3.7. PLAN DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

Todas las actividades planteadas para la recolección de información fueron ejecutadas por el investigador.

Para la recolección de la información se utilizó las siguientes técnicas:

- Observación
- Experimentación en laboratorio

Las observaciones para la investigación se realizaron en el lugar de los hechos y durante la fase experimental en la cual se tomó datos de todo aquello que pudo ser de utilidad para la solución del problema.

3.8. PLAN DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

Una vez recolectada toda la información en una libreta de campo, se procedió a tabular la información útil en el paquete informático Excel, se procesó estos datos mediante las herramientas del mismo programa informático. Los resultados se expresaron mediante tablas de datos y gráficas de dispersión.

Para comprobar las hipótesis se utilizó la Tabla de análisis de varianza generada en los paquetes informáticos Excel y Statgraphics Centurion; para determinar el mejor tratamiento, se empleó la prueba de Tukey (Multiple Range tests) generada en el paquete informático Excel.

El escrito se realizó en Microsoft Word 2010.

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

Los datos experimentales registrados y los resultados obtenidos a partir de estos, se presentan en tablas ubicadas en los Anexos A y B.

4.1.1. PROPIEDADES FISICO QUÍMICAS DE LA LECHE DE VACA

En la tabla A1 se encuentra los análisis físicos químicos realizados con la leche utilizada para la elaboración de queso mozzarella.

Los resultados de los análisis realizados en la leche cruda se encuentran dentro de los rangos establecidos en la norma INEN 009, por lo tanto se comprobó que la leche era de buena calidad y apta para ser procesada.

A continuación se detallan los distintos análisis realizados en la leche cruda.

4.1.1.1. Grasa

Los resultados del análisis se encuentran en la Tabla A1 (ANEXO A), la cual indica el porcentaje de grasa en la leche, se analizó que el contenido de materia grasa en las muestras de leche fue 3,37; 3,54 y 3,61%, con un promedio de 3,51%; estos valores experimentales se encuentran dentro de los rangos establecidos en la Norma INEN 009, la cual establece que el contenido mínimo de materia grasa en leche cruda debe ser de 3,2%; por lo tanto la materia prima empleada para la elaboración de queso mozzarella posee un contenido de materia grasa óptimo para ser utilizada en este tipo de queso y los procesos de estandarización de la leche no fueron necesarios.

La determinación del contenido de grasa en leche se realizó bajo el Método Gerber establecido en la Norma INEN 12, para lo cual se empleó instrumentos como son Butirómetros, Centrífuga y Baño María marca Gerber; los reactivos requeridos fueron Ácido Sulfúrico con densidad $1,815 \text{ gr/cm}^3$ y Alcohol Amílico con densidad $0,811 \text{ gr/cm}^3$. En el butirómetro se colocó 10ml de Ácido Sulfúrico, seguido de 11ml de leche, se invierte el contenido del butirómetro 3 veces con la finalidad de que el ácido sulfúrico queme los sólidos no grasos de la leche, ya que el ácido primero precipita y luego disuelve las proteínas y demás constituyentes de la leche con excepción de la grasa, seguidamente se añadió 1 ml de alcohol amílico el cual separó los sólidos grasos de los no grasos contenidos en la leche; se centrifugó el butirómetro por 5 min con su tapa colocada hacia afuera, se llevó la

muestra a un baño maría a 65°C por 5 min y finalmente se lee porcentaje de materia grasa contenido en la leche.

El contenido de grasa en la leche puede variar de menos de 3 % a más de 6 %, dependiendo de la raza, la alimentación, etc. Ésta se encuentra emulsificada en forma de glóbulos grasos de un tamaño de 0,1 a 6 micras. Los glóbulos se encuentran rodeados de una membrana de fosfolípidos y proteínas que le imparten estabilidad y evitan su coalescencia. La estabilidad de la emulsión se rompe con el batido, la congelación o la acción de agentes químicos como ácidos, detergentes, etc, y es aumentada por la homogeneización que reduce el tamaño de los glóbulos a 2 micras o menos de diámetro. (Universidad del Zulia, 2004)

4.1.1.2. Proteína

Según la Norma INEN 16, el contenido de proteínas en la leche es la cantidad de nitrógeno total de la leche, expresada convencionalmente como contenido de proteínas. Los resultados del análisis reportado en la Tabla A1 (ANEXO A), indican que el porcentaje de proteína en muestras de leche fue de 2,96; 3,09 y 3,14%, con un contenido promedio de 3,06%, estos valores se encuentran dentro del rango establecido por la norma INEN 009, siendo de 2,9%. Por lo tanto la leche empleada para elaborar queso mozzarella es de buena calidad.

El método usado para la determinación de proteína en leche, se basó en la utilización de un equipo especial para industrias de lácteos llamado Ekomilk, en el cual se colocó alrededor de 30ml de leche en un vaso plástico propio del equipo, mediante un capilar el equipo

absorbe alrededor de 10 ml de muestra y procede con el análisis de proteína, al cabo de 5 minutos indicó los valores del análisis de proteína en la pantalla frontal del equipo.

El contenido de proteínas en leche es de vital importancia en la producción de quesos, puesto que en el caso de la leche, sus proteínas más importantes son la caseína y las proteínas séricas (albúmina y globulina). La caseína es la proteína más abundante de la leche, se encuentra en estado coloidal y representa aproximadamente del 77 al 82% de sus proteínas totales. Por la acción del cuajo o ácidos, la caseína precipita, ésta propiedad es aprovechada para la producción de quesos. (REYNA, R. 2011)

4.1.1.3. Sólidos no Grasos

Los sólidos no grasos en muestras de leche es otra propiedad físico química analizada en la materia prima empleada, sus valores se encuentran en la Tabla A1 (ANEXO A), en donde se determinó que el contenido de sólidos no grasos en las muestras de leche fue de 7,83; 8,17 y 8,32%, con un valor promedio de 8,11%, el cual se encuentra cercano al rango mínimo establecido en la Norma INEN 009 siendo de 8,2%, la diferencia de 0,09% puede deberse a una posible adición de agua por parte del proveedor de leche en una de las muestras, por lo tanto se estableció que es de vital importancia el control de la materia prima ya que esto se refleja en el rendimiento del producto elaborado.

La determinación del contenido de sólidos no grasos en muestras de leche, se llevó a cabo de forma similar al contenido de proteínas, mediante la utilización del equipo Ekomilk especificado en la terminación de proteína.

Según PIÑEROS, G, et al. (2005) los sólidos no grasos es otro parámetro que permite evaluar la calidad composicional de la leche, dentro de este grupo están las proteínas, la lactosa y los minerales. Cuando se presentan valores experimentales por debajo de los rangos establecidos evidencia leches muy pobres o con agua adicional y valores superiores hacen sospechar la adición de sólidos utilizados como correctores de densidad (cloruro de sodio, sacarosa o almidón).

4.1.1.4. Sólidos Totales

Los sólidos totales fueron analizados en las muestras de leche, sus resultados constan en la Tabla A1 (ANEXO A), se observó que dichos valores fueron de 11,2; 11,78 y 11,86% con un valor promedio de 11,61%; al confrontar este valor frente a las especificaciones establecidas por la Norma INEN 009 reportadas en la Tabla B1 (ANEXO B), se concluye que los resultados se encuentran dentro del rango siendo de 11,4%. De tal forma que la materia prima empleada bajo este parámetro analizado es de buena calidad.

El método para determinar el contenido de sólidos totales en la presente investigación se realizó mediante una sumatoria entre el contenido de Sólidos grasos y no grasos, obtenidos en el equipo Ekomilk.

Los sólidos totales contenidos en leche están representados por la grasa en emulsión, las proteínas en suspensión coloidal, lactosa, vitaminas, sales y otros componentes orgánicos e inorgánicos en solución. (Universidad del Zulia, 2004).

4.1.1.5. Acidez Titulable

La acidez titulable es otro parámetro físico químico de vital importancia medido en muestras de leche cruda, los resultados del análisis se encuentran en la Tabla A1 (ANEXO A), se observó que el valor promedio de acidez es de 0,16%, expresado como contenido de ácido láctico, este valor se encuentra dentro de los rangos establecidos en la Norma INEN 009 reportada en la Tabla B1 (ANEXO B) siendo de 0,13 a 0,16%, se concluye que la materia prima empleada es de buena calidad.

Se determinó la acidez titulable empleando un acidómetro y una solución de hidróxido de sodio 0,1 N de conformidad con el método establecido en la Norma INEN 13 para Determinación de Acidez Titulable en Leche.

4.1.1.6. pH

El pH es otro indicador de calidad en leche cruda, los resultados se encuentran en la Tabla A1 (ANEXO A), sus valores fueron 6,4; 6,55 y 6,7 con un valor promedio de 6,58.

Bibliográficamente se conoce que la leche es ligeramente ácida, presentando comúnmente un pH entre 6.5 y 6.7 (Zavala, 2005); por lo tanto el resultado experimental obtenido se encuentra dentro de los rangos establecidos.

La medición de pH se basó en la utilización de un pH metro marca Hanna HI 2221.

4.1.1.7. Ensayo de Reductasas

El ensayo de reductasas es un parámetro microbiológico usado para verificar, en forma indirecta, el grado de desarrollo microbiano en la leche fresca, mediante el tiempo de decoloración de una solución de azul de metileno (Norma INEN 18). Los resultados del análisis se encuentran en la Tabla A1 (ANEXO A), se observó que el valor promedio del tiempo de decoloración del azul de metileno es de 2 horas 20 minutos, este valor es superior al valor mínimo establecido en la Norma INEN 18 reportada en la Tabla B1 (ANEXO B) siendo de 2 horas, se concluye que la materia prima empleada bajo este parámetro es de categoría B regular.

Se determinó el ensayo de reductasas empleando una solución de azul de metileno y un baño maría a 35°C de conformidad con el método establecido en la Norma INEN 18 para Ensayo de Reductasas en Leche.

4.1.2. PROCESO DE ELABORACIÓN

4.1.2.1. Tiempo de Acidificación de la Cuajada

El tiempo de acidificación de la cuajada para la elaboración de queso mozzarella fue el parámetro de medición más importante, motivo de estudio de la presente investigación; adjunto en la Tabla A2 (ANEXO A) se encuentran los datos experimentales y en la Tabla B2 (ANEXO B) los valores promedio, los cuales varían desde 31 min para el tratamiento $a_0b_1c_1$ (Ácido Cítrico, 32°D, Marschall) hasta 263 min para el tratamiento $a_1b_0c_0$ (Ácido. Láctico 28°D, Chremilk), frente al tratamiento testigo (Sin adición de ácidos) que presentó 1014 min.

El análisis de varianza que se realizó con los valores de tiempo de acidificación de la cuajada se registra en la Tabla B13 (ANEXO B) donde se identificó que el Tipo de Regulador de Acidez (Factor A), la Acidez de la Leche (Factor B), el Tipo de Cuajo (Factor C) y el efecto combinado del Tipo de Regulador de Acidez con y la Acidez de la Leche (Interacción AB) influyen significativamente sobre la respuesta experimental; mientras que la interacción de los factores AC y BC no influyen sobre el valor experimental del tiempo de acidificación, Este análisis se realizó a un nivel de confianza del 95%.

Se realizó la prueba de Tukey al 5% de significancia (Tabla B14; ANEXO B) se estableció que para el factor A, el nivel a_0 (Ácido Cítrico) presentó mayor diferencia significativa frente al otro nivel, por lo tanto el ácido cítrico se consideró como el mejor nivel, ya que permite una mayor reducción del tiempo de acidificación de la cuajada. En cambio para el Factor B (Tabla B15; ANEXO B), el nivel b_1 (Acidez de la Leche a 32°D) presentó mayor diferencia significativa y de igual forma se consideró como el mejor nivel. El Factor C (Tabla B16; ANEXO B), el nivel c_1 (Tipo de Cuajo – Marschall), presentó diferencia significativa por lo tanto es el mejor nivel. Finalmente se analizó el efecto combinado entre los factores A y B (Tabla B17; ANEXO B), donde todos los niveles presentaron diferencia significativa, el nivel a_0b_1 (Ácido Cítrico - 32°D) se consideró como el mejor, ya que posee el menor valor promedio de tiempo de acidificación de la cuajada.

En el gráfico C1 (ANEXO C) se observa el Tiempo de Acidificación de la Cuajada (min) y en el gráfico C2 (ANEXO C) se ilustra el Porcentaje de Reducción del Tiempo de Acidificación de la Cuajada (%) en los distintos tratamientos; mediante el análisis de los gráficos mencionados, se determinó que el tratamiento $a_0b_1c_1$ (Ácido

Cítrico, 32°D, Marschall) posee el menor tiempo de acidificación del cuajada siendo de 31 min, con una reducción porcentual de tiempo del 96, 94%, frente al tratamiento testigo que posee 1014 min.

Para la determinación del Tiempo de Acidificación de la Cuajada se empleó un cronómetro.

4.1.2.2. Acidez Titulable Suero Lácteo

La Acidez Titulable del suero lácteo fue una respuesta experimental adicional medida en la presente investigación como un parámetro de control en el proceso de apilonado de la cuajada, los resultados no fueron sometidos a análisis estadístico.

Los Valores de Acidez Titulable (°D) obtenidas en muestras de Suero Lácteo, se registran en la Tabla A7 (ANEXO A) y los valores promedio de las mismas en la Tabla B11 (ANEXO B), los cuales varían dese 19,5 hasta 25°D; los tratamientos que presentaron mayor grado de acidez en el suero lácteo, tardaron menos tiempo en acidificarse siendo el tratamiento $a_0b_1c_1$ (Ácido Cítrico, 32°D, Marschall) y $a_0b_1c_0$ (Ácido Cítrico, 32°D, Chremilk), que presentaron valores de acidez de 24,5 y 25°D, con tiempo de acidificación de 38 y 31 minutos respectivamente.

Según Gutiérrez, J. (2000) la acidez del suero lácteo medido en el proceso de apilonado de la cuajada, es un parámetro que permite indicar si la materia prima que ha sido tratada, puede continuar al siguiente proceso de elaboración, siendo el hilado de la cuajada, estos valores oscilan entre 26 hasta 28°D.

La acidez titulable en muestras de suero lácteo fue valorada por el método Dornic empleando NaOH 0,1N en presencia de una solución alcohólica de fenoftaleína al 1%. (ARES, J, 2000)

4.1.2.3. Humedad

La humedad en muestras de queso mozzarella es un parámetro de vital importancia que determina la calidad del producto terminado, en la Tabla A3 y A4 (ANEXO A) se registró los pesos en gramos de cápsulas, muestra antes y después del secado, mientras que en la Tabla B4 se indica el Porcentaje de humedad para las réplicas y en la Tabla B5 los valores promedio de las mismas. Se observó que la humedad contenida en muestras de queso mozzarella varía desde 45,24% para el tratamiento $a_1b_1c_1$ (Ácido Láctico, 32°D, Marschall) hasta 50,72 % para el tratamiento $a_0b_0c_0$ (Ácido Cítrico, 28°D, Chremilk).

Según lo establecido en la norma INEN 82 (ANEXO E), para los requisitos de Queso Mozzarella, el contenido de humedad de los mismos debe ser máximo del 60%, sin especificar valores mínimos, por lo tanto los valores experimentales obtenidos se encuentran dentro del rango establecido.

El análisis de varianza que se realizó con los valores de humedad se registra en la Tabla B18 (ANEXO B) donde se identificó que el Tipo de Regulador de Acidez (Factor A) influye significativamente sobre la respuesta experimental; mientras que la Acidez de la Leche (Factor B), el Tipo de Cuajo (Factor C) y el efecto combinado del Tipo de Regulador de Acidez con y la Acidez de la Leche (Interacción AB), así como la interacción de los factores AC y

BC no influyen sobre el valor experimental de humedad en muestras de queso mozzarella, Este análisis se realizó a un nivel de confianza del 95%.

Se realizó la prueba de Tukey al 5% de significancia para el Factor A (Tabla B19; ANEXO B) y se estableció que existe diferencia significativa entre los niveles a_0 (Ácido Cítrico) y a_1 (Ácido Láctico), los valores promedio de humedad indican que el nivel a_0 correspondiente al uso de Ácido Cítrico, presenta valores de humedad mayores, por lo tanto se consideró como el mejor tratamiento.

En el gráfico C3 (ANEXO C) se observa el Porcentaje de Humedad en las muestras de Queso Mozzarella, en donde se comprueba lo anteriormente expuesto en la prueba de Tukey, las muestras de queso mozzarella elaboradas con ácido cítrico presentan valores de humedad mayor a los determinados con el uso de ácido láctico.

Bibliográficamente se conoce que el nivel de humedad es afectado por el tipo de ácido usado para acidificar la leche, por ejemplo, se ha demostrado que el ácido cítrico, produce generalmente una cuajada más suave, frágil y en ocasiones más fluida que cuando son usados otros ácidos. Las especies aniónicas del ácido tienen una influencia significativa sobre la solvatación de las proteínas del queso. (Zamora, S. 1998).

El método empleado para determinación del Contenido de humedad en muestras de queso mozzarella se basó en lo establecido en la norma INEN 63.

4.1.2.4. Sólidos Totales

Los sólidos totales se determinaron mediante método de diferencia del contenido de humedad, con la finalidad de usar estos datos para el cálculo de materia grasa en extracto seco, los resultados no fueron sometidos a análisis estadístico, en la Tabla B6 y B7 (ANEXO B) se registró los valores de sólidos totales en muestras de queso mozzarella; se analizó una variación de los mismos desde 49,28% para el tratamiento $a_0b_0c_0$ (Ácido Cítrico, 28°D, Chremilk) hasta 54,76% para el tratamiento $a_1b_1c_1$ (Ácido Láctico, 32°D, Marschall), lo contrario a la determinación de humedad, puesto que si existe un mayor contenido de humedad evidentemente los sólidos totales van a ser inferiores.

En el gráfico C4 (Anexo C) se observa el Porcentaje de Sólidos Totales en las muestras de Queso Mozzarella, los tratamientos elaborados a base de Ácido Cítrico muestra valores inferiores respecto a los determinados con el uso de Ácido Láctico.

4.1.2.5. Materia Grasa

La Materia grasa fue analizada en muestras de queso mozzarella, los resultados se presentan en la Tabla A5 (ANEXO A), los valores oscilan entre 21,5 % para el tratamiento $a_1b_1c_0$ hasta 23,5% para los tratamientos $a_0b_0c_0$ (Ácido Cítrico, 28°D, Chremilk) y $a_1b_0c_0$ (Ácido Láctico 28°D, Chremilk).

Se realizó el análisis de varianza con los valores de porcentaje de materia grasa, registrados en la Tabla B20 (ANEXO B) donde se identificó que el Tipo de Regulador de Acidez (Factor A), la Acidez de la Leche (Factor B), el Tipo de Cuajo (Factor C) y el efecto combinado

de los mismos, interacciones AB, AC, y BC, no influyen significativamente sobre la respuesta experimental. El análisis se realizó a un nivel de confianza del 95%.

Mediante el grafico C7 (Anexo C) se confirmó la aceptación de la hipótesis nula en el análisis estadístico, ya que claramente se notó valores indistintos para el Porcentaje de materia grasa en las muestras de queso mozzarella, dichos valores son independientes del Tipo de Regulador de Acidez empleado (Factor A), así como también de la Acidez de la Leche (Factor B), el Tipo de Cuajo (Factor C) usados en la presente investigación.

El método empleado para la determinación del Porcentaje de Materia Grasa en muestras de queso mozzarella se basó en lo establecido en la norma INEN 64.

4.1.2.6. Materia Grasa en el Extracto Seco

La materia grasa en el extracto seco según la norma INEN 64 es la cantidad, expresada en porcentaje de masa de sustancias, principalmente grasas, extraídas el queso mediante procedimientos normalizados. Basada en la norma mencionada se calculó el contenido de materia grasa en extracto seco, los resultados se muestran en la Tabla B8 (ANEXO B), los cuales varían desde 40,19 % para el tratamiento $a_1b_1c_0$ (Ácido Láctico, 32°D, Chremilk), hasta 47,70% para el tratamiento $a_0b_0c_0$ (Ácido Cítrico, 28°D, Chremilk).

La norma INEN 82 (ANEXO E), para los requisitos de Queso Mozzarella establece que el contenido de materia grasa en extracto seco de los mismos debe poseer un valor mínimo de 45% de los

mismos sin especificar valores máximos, por lo tanto algunos valores experimentales obtenidos se encuentran por debajo del rango mínimo permitido; sin embargo esta fundamentación legal pierde sustento al ser confrontada con lo establecido por el Mercado Común del Sur en el Reglamento Técnico del Mercosur de Identidad y Calidad del Queso Mozzarella, el cual indica que el contenido mínimo de materia grasa en extracto seco es de 35%, el mismo valor es reportado por Hernández, P, et al,(2002) en la Revista Amazónica de Investigación Alimentaria. Por lo anteriormente expuesto se analizó que los valores de materia grasa determinados experimentalmente en la presente investigación se encuentran dentro de los rangos establecidos.

El análisis de varianza que se realizó con los valores de materia grasa en extracto seco se registra en la Tabla B19 (ANEXO B) donde se identificó que el Tipo de Regulador de Acidez (Factor A), la Acidez de la Leche (Factor B), el Tipo de Cuajo (Factor C) y el efecto combinado de los mismos, interacciones AB, AC, y BC, no influyen significativamente sobre la respuesta experimental. El análisis se realizó a un nivel de confianza del 95%.

En el gráfico C8 (ANEXO C) se observa el Porcentaje de Materia Grasa en extracto seco en las muestras de Queso Mozzarella, se notó que el tratamiento $a_0b_0c_0$ (Ácido Cítrico, 28°D, Chremilk), posee el mayor contenido de materia grasa en extracto seco con un valor de 47,70%, el resto de tratamientos poseen valores que varían desde 40,19 hasta 44,76%, siendo parecidos entre sí.

Se determinó en contenido de materia grasa en los quesos mozzarella elaborados en la presente investigación mediante el Método Gerber que consta en la Norma INEN 64.

4.1.2.7. pH

La determinación de pH se realizó en muestras de queso mozzarella como una respuesta experimental adicional, los resultados se reportan en la Tabla A8 (ANEXO A) y los valores promedio en la Tabla B10, los cuales varían desde 5,49 para el tratamiento $a_1b_1c_1$ (Ácido Láctico, 32°D, Masrchall) hasta 5,79 para el tratamiento $a_0b_0c_0$ (Ácido Cítrico, 28°D, Chremilk), por lo cual se dedujo que no existe mucha variación y además los datos se encuentran dentro de los parámetros establecidos por el Reglamento Técnico del Mercosur de Identidad y Calidad del Queso Mozzarella, el cual sostiene que el pH del queso mozzarella debe situarse entre 5,0 y 6,0.

El gráfico C5 (ANEXO C) ilustra los valores de pH en los distintos tratamientos de queso mozzarella los cuales no presentan diferencias significativas entre sí.

Se determinó el pH en muestras de queso mozzarella mediante la utilización de un pH metro marca HANNA, al no poseer un electrodo especial diseñado para sólidos se midió el pH con la ayuda de una dilución con agua (1/10).

4.1.2.8. Rendimiento

El rendimiento de las muestras de queso mozzarella fue un parámetro adicional medido en la presente investigación, los datos experimentales se registraron en la Tabla A6 (ANEXO A) en la cual constan los pesos inicial y final de las muestras, mientras que la Tabla B9 (ANEXO B) se reporta los valores del Porcentaje de Rendimiento en muestras de queso mozzarella calculas a partir de los pesos registrados en la Tabla A6, dichos valores varían desde 8,35% para el

tratamiento $a_1b_1c_0$ (Ácido Láctico, 32°D, Chremilk) hasta 10,72 % para el tratamiento $a_0b_0c_0$ (Ácido Cítrico, 28°D, Chremilk).

En el gráfico C6 (ANEXO C) se observa los porcentajes de rendimiento en muestras de queso mozzarella, se analizó que los quesos elaborados con el uso de ácido cítrico nivel a_0 poseen mayor porcentaje de rendimiento ante las muestras elaboradas con uso de ácido láctico nivel a_1 , a pesar de que no existe mucha variación, la diferencia entre ambos niveles varía aproximadamente en un 2%.

Según Grajales los quesos doble crema tipo mozzarella elaborados con acidificación de la leche con ácido láctico, poseen porcentajes de rendimiento desde 8,31 hasta 10,86 %, con un valor promedio de rendimiento de 9,16%, dichos valores no son aceptables comparándolos con otros tipos de quesos, aunque no hay una normatividad en la cual establezca que el queso doble crema tipo mozzarella debe ser mayor o menor al rendimiento obtenido. El rendimiento bajo pudo haber sido por la poca humedad poseen los quesos elaborados a base de ácido láctico, además el 4% de los sólidos de la leche se pierden en el proceso de la cuajada.

4.1.2.9. PRUEBAS DE ANÁLISIS SENSORIAL

El análisis sensorial se lo realizó empleando un diseño de bloques incompletos, donde 36 catadores semi entrenados probaron muestras de dos tratamientos cada uno, y se obtuvieron 8 respuestas por cada tratamiento. El panel de catadores constó de 36 personas, de las cuales 17 fueron hombres y 19 Mujeres.

Las cataciones fueron realizadas en estaciones de cata correctamente ubicadas para obtener confiabilidad en los datos.

En la Tabla B12 (ANEXO B) se observa los promedios de las valoraciones en muestras de Queso Mozzarella por catación para atributos: Color, Olor, Sabor, Textura, Aceptabilidad.

En lo gráficos C10, C11, C12, C13 y C14 (ANEXO C) se aprecian las comparaciones entre las valoraciones dadas a las muestras de queso mozzarella por parte de los catadores según el atributo analizado.

4.1.2.10. Color

El color fue analizado por los catadores en muestras de queso mozzarella, se utilizó una escala hedónica con 5 valoraciones, que permitió identificar el color característico de las muestras. La escala se planteó según los Requerimientos Generales para el Queso Mozzarella establecidos en la Norma INEN 82, la cual indica que “el color del queso mozzarella deberá ser uniforme y podrá variar del blanco a amarillo brillante”, de tal forma que la escala presentó asignaciones desde ‘Muy Blanco’ con una valoración de 1 hasta ‘Amarillo Brillante’ con una valoración de 5, como se muestra en el Anexo A1 (ANEXO A).

Los resultados obtenidos de las cataciones se registran en la Tabla A10 (ANEXO A), mientras que en la Tabla B12 (ANEXO B) se observa los promedios de las valoraciones en muestras de Queso Mozzarella por catación para atributos: Color, Olor, Sabor, Textura, Aceptabilidad; se analizó que el promedio del color varía desde 2,75 para el tratamiento $a_0b_1c_1$ (Ácido Cítrico, 32°D, Marschall) hasta 3,63 para los tratamientos $a_0b_0c_0$ (Ácido Cítrico, 28°D, Chremilk) y $a_1b_1c_1$

(Ácido Láctico, 32°D, Marschall); por lo tanto las muestras de queso mozzarella poseen un color entre blanco y amarillo ténue.

El análisis de varianza que se realizó con las valoraciones obtenidas por los catadores para el atributo color se registra en la Tabla B22 (ANEXO B) donde se identificó que no existe diferencia significativa en el color de los tratamientos y la apreciación de los catadores, por lo tanto se acepta la hipótesis nula de la igualdad de los tratamientos. El análisis se realizó a un nivel de confianza del 95%.

En el gráfico C10 (Anexo C) se observa el promedio de las valoraciones de Queso Mozzarella por catación para el Atributo Color, en donde la mayoría de tratamientos presentaron coloración blanco o blanco amarillento, cumplimiento con los requisitos establecidos en la norma INEN 82.

4.1.2.11. Olor

El olor fue analizado por los catadores en muestras de queso mozzarella, se utilizó una escala hedónica con 5 valoraciones, que permitió identificar el olor característico de las muestras. La escala se planteó según el agrado percibido por los catadores, la cual presentó asignaciones desde 'Muy Desagradable' con una valoración de 1 hasta 'Muy Agradable' con una valoración de 5, como se muestra en el Anexo A1 (ANEXO A).

Los resultados obtenidos de las cataciones se registran en la Tabla A11 (ANEXO A), mientras que en la Tabla B12 (ANEXO B) se observa los promedios de las valoraciones en muestras de Queso Mozzarella por catación para atributos: Color, Olor, Sabor, Textura,

Aceptabilidad; se analizó que el promedio del olor varía desde 2,75 para el tratamiento Testigo hasta 3,63 para los tratamientos $a_0b_0c_1$ (Ácido Cítrico, 28°D, Marschall), $a_0b_1c_1$ (Ácido Cítrico, 32°D, Marschall) y $a_1b_1c_0$ (Ácido Láctico, 32°D, Chremilk), por lo tanto las muestras de queso mozzarella poseen un olor entre desagradable y Agradable.

El análisis de varianza que se realizó con las valoraciones obtenidas por los catadores para el atributo olor se registra en la Tabla B23 (ANEXO B) donde se identificó que si existe diferencia significativa en el olor de los tratamientos y la apreciación de los catadores, por lo tanto se rechaza la hipótesis nula de la igualdad de los tratamientos, se acepta la hipótesis alternativa afirmando que el olor de los tratamientos es diferente. El análisis se realizó a un nivel de confianza del 95%.

Se realizó la prueba de Tukey al 5% de significancia (Tabla B24; ANEXO B) se estableció que el tratamiento $a_1b_1c_1$ (Ácido Láctico, 32°D, Marschall) presentó mayor diferencia significativa frente a los demás tratamientos, por lo tanto se le asignó la letra “a”, esto indica que posee el mayor valor promedio de las valoraciones siendo de 3,88; entonces el olor de este tratamiento es agradable considerándose el mejor tratamiento.

En el gráfico C11 (Anexo C) se observa el promedio de las valoraciones de Queso Mozzarella por catación para el Atributo Olor, en donde se ilustra lo anteriormente expuesto.

4.1.2.12. Sabor

El sabor fue un atributo sensorial de vital importancia analizado por los catadores en muestras de queso mozzarella, para lo cual se utilizó una escala hedónica con 5 valoraciones, que permitió identificar el grado de acidez de este atributo. La escala presentó asignaciones desde 'Básico' con una valoración de 1 hasta 'Ácido' con una valoración de 5, como se muestra en el Anexo A1 (ANEXO A).

Los resultados obtenidos de las cataciones se registran en la Tabla A12 (ANEXO A), mientras que en la Tabla B12 (ANEXO B) se observa los promedios de las valoraciones en muestras de Queso Mozzarella por catación para atributos: Color, Olor, Sabor, Textura, Aceptabilidad; se determinó que el promedio del sabor varía desde 3,38 para el tratamiento Testigo hasta 4,63 para el tratamiento $a_0b_0c_0$ (Ácido Cítrico, 28°D, Chremilk), por lo tanto las muestras de queso mozzarella poseen un sabor entre Ni ácido ni básico y Ligeramente ácido.

El análisis de varianza que se realizó con las valoraciones obtenidas por los catadores para el atributo sabor se registra en la Tabla B25 (ANEXO B), donde se identificó que si existe diferencia significativa en el sabor de los tratamientos y la apreciación de los catadores, por lo tanto se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa, afirmando que el sabor de los tratamientos es diferente. El análisis se realizó a un nivel de confianza del 95%.

Se realizó la prueba de Tukey al 5% de significancia (Tabla B26; ANEXO B) se estableció que el tratamiento $a_0b_0c_0$ (Ácido Cítrico, 28°D, Chremilk) presentó mayor diferencia significativa frente a los

demás tratamientos, por lo tanto se le asignó la letra “a”, esto indica que posee el mayor valor promedio de las valoraciones siendo de 4,63; por lo tanto el sabor de este tratamiento es Ligeramente ácido considerándose el mejor tratamiento, en cuanto a este parámetro.

En el gráfico C12 (Anexo C) se observa el promedio de las valoraciones de Queso Mozzarella por catación para el Atributo Sabor, en donde se ilustra lo anteriormente expuesto.

4.1.2.13. Textura

La textura se midió mediante una escala hedónica con 5 valoraciones, desde Muy Blando hasta Muy Duro.

La textura fue analizada por los catadores en muestras de queso mozzarella, se utilizó una escala hedónica con 5 valoraciones desde 'Muy Blando' con una puntuación de 1 hasta 'Muy Duro' con una valoración de 5, como se muestra en el Anexo A1 (ANEXO A).

Los resultados obtenidos de las cataciones se registran en la Tabla A13 (ANEXO A), mientras que en la Tabla B12 (ANEXO B) se observa los promedios de las valoraciones en muestras de Queso Mozzarella por catación para atributos: Color, Olor, Sabor, Textura, Aceptabilidad; se analizó que el promedio de la textura varía desde 2,88 para los tratamientos $a_0b_1c_1$ (Ácido Cítrico, 32°D, Marschall) y Testigo hasta 4,38 para el tratamiento $a_1b_1c_1$ (Ácido Láctico, 32°D, Marschall); por lo tanto las muestras de queso mozzarella poseen una textura entre blanda y dura.

El análisis de varianza que se realizó con las valoraciones obtenidas por los catadores para el atributo textura, se registra en la Tabla B27 (ANEXO B) donde se identificó que si existe diferencia significativa en la textura de los tratamientos y la apreciación de los catadores, por lo tanto se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa, afirmando que la textura de los tratamientos es diferente. El análisis se realizó a un nivel de confianza del 95%.

Mediante la prueba de Tukey al 5% de significancia (Tabla B28; ANEXO B) se estableció las diferencias significativas entre los tratamientos para este atributo, se consideró como mejor tratamiento a aquellos que presenten una textura 'Blanda', conforme a lo establecido en la Norma INEN 82, de tal forma que los tratamientos $a_0b_1c_1$ (Ácido Cítrico, 32 °D, Marschall) y Testigo son considerados los mejores con una asignación de letra "e".

En el gráfico C13 (Anexo C) se observa el promedio de las valoraciones de Queso Mozzarella por catación para el Atributo Textura en dónde se confirma lo anteriormente expuesto.

4.1.2.14. Aceptabilidad

La Aceptabilidad es un parámetro basado en la apreciación general del catador hacia las muestras de queso mozzarella, se midió mediante una escala hedónica con 5 valoraciones, No Gusta, Gusta poco, Ni gusta ni disgusta, Gusta, Gusta mucho.

Los resultados obtenidos de las cataciones se registran en la Tabla A14 (ANEXO A), mientras que en la Tabla B12 (ANEXO B) se observa los promedios de las valoraciones en muestras de Queso

Mozzarella por catación para atributos: Color, Olor, Sabor, Textura, Aceptabilidad; se analizó que el promedio de aceptabilidad varía desde 2,63 para el tratamiento $a_1b_1c_1$ (Ácido Láctico, 32°D, Marschall) hasta 4,75 para el tratamiento $a_0b_0c_0$ (Ácido Cítrico, 28°D, Chremilk), por lo tanto las muestras de queso mozzarella poseen una aceptabilidad entre Gusta Poco y Gusta Mucho

El análisis de varianza que se realizó con las valoraciones obtenidas por los catadores para el atributo aceptabilidad, las cuales se registran en la Tabla B29 (ANEXO B) donde se identificó que si existe diferencia significativa en la aceptabilidad de los tratamientos, por lo tanto se rechaza la hipótesis nula de la igualdad de los tratamientos, se acepta la hipótesis alternativa afirmando que la aceptabilidad de los tratamientos es diferente. El análisis se realizó a un nivel de confianza del 95%.

Se realizó la prueba de Tukey al 5% de significancia (Tabla B30; ANEXO B) se estableció que el tratamiento $a_0b_0c_0$ (Ácido Cítrico, 28°D, Chremilk), presentó mayor diferencia significativa frente a los demás tratamientos, por lo tanto se le asignó la letra “a”, esto indica que posee el mayor valor promedio de las valoraciones siendo de 4,75; entonces aceptabilidad ‘Gusta Mucho’ a los catadores.

En el gráfico C14 (Anexo C) se observa el promedio de las valoraciones de Queso Mozzarella por catación para el Atributo Aceptabilidad, en donde se observó que los tratamientos elaborados con la utilización de ácido cítrico presentan mayor grado de aceptación que aquellos que fueron elaborados a base de ácido láctico.

4.1.2.15. ELECCIÓN DEL MEJOR TRATAMIENTO

La elección del mejor tratamiento se basó en los resultados obtenidos en las pruebas de análisis sensorial registradas por los catadores constantes en las Tablas A10, A11, A12, A13, A14 (ANEXO A) y B12 (ANEXO B); para lo cual se consideró al atributo Aceptabilidad como uno de los parámetros que resume de forma general la preferencia de los consumidores hacia cierto tratamiento, por lo tanto la muestra de queso mozzarella que presentó mayor diferencia significativa ante los demás tratamientos y mayor promedio en la valoración con una puntuación de 4,75 correspondiente a 'Gusta Mucho' fue el tratamiento $a_0b_0c_0$ que conjuga al Ácido Cítrico como Tipo de Regulador de Acidez, a una Regulación de Acidez de la Leche de 28°D y con el empleo de Chremilk como Tipo de Cuajo, se consideró como el mejor tratamiento en la presente investigación.

Mediante la gráfica C15 (ANEXO C) se analizó las valoraciones promedio de los atributos sensoriales del mejor tratamiento $a_0b_0c_0$ (Ácido Cítrico, 28°D, Chremilk), de tal forma que el queso mozzarella elaborado posee un color 'Amarillo Ténue', su olor 'Ni agrada ni desagrada', el sabor es 'Ligeramente ácido', la textura es 'Ni dura ni blanda' y la aceptabilidad 'Gusta Mucho' al paladar del consumidor.

Con el objeto de sustentar la decisión basada en pruebas sensoriales se analizó los resultados de los parámetros físicos químicos determinados en el mejor tratamiento; la gráfica C16 (ANEXO C) ilustra las respuestas experimentales del tratamiento $a_0b_0c_0$, la cual indica que posee un contenido de una humedad del 50,72%, materia grasa en extracto seco del 47,70%; estos valores además de ser los más altos respecto a los demás tratamientos, se

encuentran dentro de los rangos establecidos en la norma INEN 82 para los requisitos de queso mozzarella, por otro lado el rendimiento de dicha muestra fue del 10,72%, lo cual es coherente ya que según el criterio de *Gutiérrez, J* el rendimiento del queso mozzarella oscila entre el 10%.

Finalmente una de las respuestas experimentales motivo de estudio de la presente investigación fue el Tiempo de Acidificación de la Cuajada, en la gráfica C17 (ANEXO C) se observa la comparación del Tiempo de Acidificación de la Cuajada del Mejor Tratamiento $a_0b_0c_0$ respecto del Tratamiento Testigo, se analizó que mediante la utilización del Ácido Cítrico como regulador de acidez, acidez de la leche de 28°D y Chremilk como tipo de cuajo, se reduce el tiempo de acidificación a 162min, mientras que el testigo presenta 1014min, dicha diferencia indica que se redujo el tiempo de acidificación de la cuajada en un 84,02%, tal cual lo porcentúa la gráfica C16 (ANEXO C); a pesar de que existen otros tratamientos que reducen en mayor porcentaje el tiempo de acidificación de la cuajada, el mejor tratamiento escogido mediante análisis sensorial posee un buen porcentaje de reducción de dicho tiempo y a la vez agradables características organolépticas, por lo tanto es considerado el mejor en base a todo lo anteriormente expuesto.

Además cabe recalcar que mediante el análisis estadístico de los factores experimentales empleados en la presente investigación, se estableció que el tipo de regulador de acidez empleado y la acidez de la leche influyen significativamente en el tiempo de acidificación, pero el tipo de cuajo no presenta diferencia significativa, puesto que al analizar la composición de cuajo Chremilk y Marschall, ambos están hechos a base de la enzima Quimosina de origen microbiano obtenida

a través de una fermentación controlada a partir de *Rhizomucor miehei*, de tal forma que el tipo de cuajo no es considerado un factor influyente en la presente investigación.

4.1.2.16. ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS

Los análisis microbiológicos realizados al mejor tratamiento $a_0b_0c_0$ (Ácido Cítrico, 28°D, Chremilk), se basó en recuentos microbiológicos en placas, esta técnica permitió determinar las unidades formadoras de colonia por gramo o mililitro del alimento en estudio, en este caso Queso Mozzarella, partiendo de una serie de diluciones de la muestra, para esta investigación se trabajó con PLACAS PETRIFILM 3M, se realizó 2 tipos diferentes de recuentos, cada recuento correspondía a un microorganismo indicador, por lo tanto se trabajó con placas para recuento de *E.coli* / *Coliformes* y otra placa para recuento de Mohos y Levaduras, los resultados se muestran en la Tabla B31 (ANEXO B), conforme a lo indicado en los resultados se analizó que existe ausencia de *E.coli* / *Coliformes* en la muestra de Queso Mozzarella, así como también hubo ausencia de Mohos y Levaduras.

Según la Revista Amazónica de Investigación Alimentaria (2002) Tabla B35 (ANEXO B), establece que los Requisitos Microbiológicos del queso mozzarella para Numeración Coliformes totales es $10^2 - 10^3$ (ufc/gr) y para la Numeración E.Coli es $10 - 10^2$ (ufc/gr), por otro lado la norma INEN 1528 indica que el límite máximo para recuento de Mohos y levaduras es de 50000 (Colinas/g), se comparó los resultados obtenidos en la presente investigación con los reportados bibliográficamente, analizando que el producto elaborado es de buena calidad y que el proceso de

elaboración se lo llevó con la debida inocuidad, puesto que no presenta contaminación microbiológica bajo los dos parámetros analizados.

4.1.2.17. ANÁLISIS DE COSTOS

En la presente investigación a pesar de que los factores de estudio no afectan al costo de producción del producto terminado, se evidenció que es importante determinar el análisis de costos a nivel de investigación, por lo tanto adjunto en las Tablas B36, B37, B38, B39 y B40, se aprecian los costos de elaboración obtenidos para el mejor tratamiento $a_0b_0c_0$ como Factor A (Tipo de Regulador de Acidez), nivel a_0 correspondiente al empleo de Ácido Cítrico, Factor B (Acidez de la Leche) siendo $b_0 28^\circ\text{D}$ y Factor C (Tipo de Cuajo) nivel c_0 Chremilk.

El mejor tratamiento expuesto anteriormente presentó un costo de producción de \$7,92 por kilogramo de producto elaborado y en una presentación de 500 gr tendrá un valor de \$3,96.

Además, se realizó una comparación de precios con otros quesos mozzarella existentes en el mercado (marcas: El Salinerito y El Kiosko). Estableciendo que los 500gr de queso mozzarella de El Salinerito tiene un precio de \$4,16 y el queso mozzarella de El Kiosko, en la misma presentación, tiene un precio de \$3,95. Por lo que el queso mozzarella elaborado podría competir en el mercado, al ser un producto rentable y con un tiempo de manufactura inferior a los comerciales y además podrá cubrir con una mayor demanda de producto al haber reducido significativamente los tiempos de acidificación de la cuajada.

4.1.2.18. DETERMINACIÓN DEL TIEMPO DE VIDA ÚTIL DEL QUESO MOZZARELLA

El tiempo de vida útil es un parámetro que se midió en el Queso Mozzarella considerado como mejor tratamiento, para lo cual se estableció como base el enfoque microbiológico, en cuanto al recuento de Coliformes totales en placas petrifilm 3M, de tal forma que se realizó siembras microbiológicas semanalmente durante un periodo de 35 días en los laboratorios de la Unidad Operativa de Investigación en Tecnología de Alimentos UOITA de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos de la Universidad Técnica de Ambato; adjunto en la Tabla B32(ANEXO B) se observa los resultados obtenidos de este análisis los cuales sirvieron para el cálculo de vida útil.

Según Alvarado (1996), sostiene que el crecimiento de microorganismos en los alimentos obedece a una reacción de primer orden, la cinética del deterioro en el alimento causada por reacciones de este tipo puede ser expresada por la siguiente ecuación:

$$\ln C = kt + \ln C_0$$

Dónde:

C = Parámetro escogido como límite de tiempo de vida útil

C₀= Concentración Inicial

t= Tiempo de reacción

k = Constante de velocidad de reacción

Se aplicó esta ecuación graficando los resultados obtenidos en el seguimiento microbiológico, aclarando que durante el mismo se controlaron dos tipos de microorganismos: *Coliformes totales* conjuntamente con Mohos y levaduras; sin embargo para el cálculo del tiempo de vida útil del producto se trabajó sólo con los resultados obtenidos de los recuentos de *Coliformes totales*, por la mayor facilidad que ofrecieron estos datos experimentales para realizar los cálculos necesarios para determinar el tiempo de vida útil.

Una vez obtenidos los resultados de todos los recuentos de Coliformes totales en ufc/gr (Unidades Formadoras de Colonias por gramo), se procedió a calcular el logaritmo natural de cada uno de los mismos, todos estos datos se reportan en la Tabla B34 (ANEXO B). Después se graficó el logaritmo natural de la concentración de Coliformes totales en el queso mozzarella considerado como mejor tratamiento, colocando el tiempo (segundos) en el eje de las abscisas y el logaritmo natural de la carga microbiana en el eje de las ordenadas, como se pudo observar en el Gráfico C18 (ANEXO C); cuando se realizó la regresión lineal se obtuvo un coeficiente de correlación lineal de 94,66%, lo que indica que los datos experimentales si se ajustan al modelo lineal, además en el gráfico se obtuvo la siguiente ecuación de regresión:

$$\ln(C) = 1E^{-06} t + 4,2804$$

La Revista Amazónica de Investigación Alimentaria (2002) estableció que el límite de tiempo de vida útil en base al recuento de Coliformes totales en queso mozzarella debe ser máximo de 10^2 - 10^3 (ufc/g). Por lo tanto en la ecuación citada anteriormente se despejó el tiempo y se reemplazó el valor máximo establecido para recuento de Coliformes totales.

$$t = \frac{6,9077 - 4,2804}{1E^{-06}}$$

$$t = 2627355,278 \text{ seg}$$

$$t = 30,41 \text{ días} \simeq 30 \text{ días}$$

$$t = 30 \text{ días}$$

Se determinó que el Queso Mozzarella elaborado mediante el uso de Ácido Cítrico como Regulador de Acidez, con una acidez de la Leche de 28°D y tipo de cuajo Chremilk, mantiene la calidad microbiológica en cuanto al recuento de Coliformes totales durante un periodo de almacenamiento de 30 días en condiciones de refrigeración.

Según Labuza (1982) el tiempo de vida útil para Queso Mozzarella natural almacenado en refrigeración es de 30 días, por lo tanto el valor experimental obtenido es igual al reportado bibliográficamente.

4.2. VERIFICACIÓN DE HIPÓTESIS

En la presente investigación se planteó una hipótesis nula (H_0) y por ende una hipótesis alternativa (H_1). Mediante los datos experimentales obtenidos, se puede decir que se rechaza la hipótesis nula (H_0) y se acepta la hipótesis alternativa (H_1), por lo tanto los factores experimentales (tipo de regulador de acidez, acidez de la leche y tipo de cuajo) si influyen significativamente en el tiempo de acidificación de la cuajada para la elaboración de queso mozzarella.

Para comprobar éstas afirmaciones, se elaboraron muestras de queso mozzarella bajo los distintos tratamientos planteados en el diseño experimental; mediante la utilización de un cronómetro se midió el tiempo que tardó la cuajada en acidificarse y poseer las condiciones adecuadas para continuar al proceso de hilado de la misma. Los datos experimentales obtenidos fueron sometidos a un análisis de varianza donde se identificó que el Tipo de Regulador de Acidez (Factor A), la Acidez de la Leche (Factor B), el Tipo de Cuajo (Factor C) y el efecto combinado del Tipo de Regulador de Acidez con y la Acidez de la Leche (Interacción AB) influyen significativamente sobre el tiempo de acidificación de la cuajada; mientras que la interacción de los factores AC y BC no influyen sobre el valor experimental.

Mediante la prueba de Tukey al 5% de se estableció que para el factor A (Tipo de Regulador de Acidez) el Ácido Cítrico permite una mayor reducción del tiempo de acidificación de la cuajada, de igual forma sucede con el Factor B cuando se regula la Acidez de la Leche a 32°D y con el Factor C cuando se utiliza Marschall como tipo de cuajo.

Además cabe recalcar que mediante el análisis estadístico de los factores experimentales empleados en la presente investigación, se estableció que el tipo de regulador de acidez empleado y la acidez de la leche influyen significativamente en el tiempo de acidificación, pero el tipo de cuajo no presenta diferencia significativa, puesto que al analizar la composición de cuajo Chremilk y Marschall, ambos están hechos a base de la enzima Quimosina de origen microbiano obtenida a través de una fermentación controlada a partir de *Rhizomucor miehei*, de tal forma que el tipo de cuajo no es considerado un factor influyente en la presente investigación.

Estableciendo así que, para el tiempo de acidificación de la cuajada existe diferencia significativa al emplear reguladores de acidez como Ácido Cítrico y Ácido Láctico, regulación de acidez de la leche a 28 y 32°D y tipo de cuajo como Chremilk y Marschall.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- Los reguladores de acidez como Ácido Cítrico y Ácido Láctico incidieron en el tiempo de acidificación de la cuajada para la Elaboración de Queso Mozzarella, se comprobó experimentalmente que existe diferencia significativa entre estos dos tipos de ácidos, puesto que cuando se reguló la acidez de la leche a 28°D, los tiempos de acidificación promedio de la cuajada fueron de 156 min y 250 min, cuando se usó el ácido cítrico y láctico respectivamente, de igual forma cuando se reguló la acidez de la leche a 32°D los tiempos promedio fueron de 35 min y 70 min para el ácido cítrico y láctico; además el tiempo de acidificación de la cuajada tarda 1014 min sin el empleo de ácidos, por lo tanto cuando se usó el ácido cítrico con una acidez de la leche de 28 y 32°D, se redujo el tiempo de acidificación en un 84,56 y 96,60%

respectivamente, mientras que el ácido láctico presentó reducciones del 75,39 y 93,09%, todo esto respecto del tratamiento testigo en el cual no se emplearon ácidos, se analizó que la diferencia en tiempo y porcentaje entre estos ácidos oscila en un orden de 94 min y 12,04% a una acidez de 28°D y de 35 min y 17,70%, comprobando así la diferencia significativa entre ellos.

- El ácido cítrico fue el regulador de acidez más adecuado ya que permitió reducir el tiempo de acidificación de la cuajada a 151 min cuando se regula la acidez de la leche a 28°D y a 31 min con una acidez de la leche de 32°D, lo cual significó una reducción de tiempo de acidificación de la cuajada del 85,11% y 96,94%, respecto del tratamiento testigo, el cual tardó 1014min para acidificar la cuajada, sin el empleo de ácidos; por lo tanto se analizó que el ácido cítrico a cualquier regulación de acidez de la leche presentó mayores porcentajes de reducción del tiempo de acidificación de la cuajada respecto del ácido láctico. Además el ácido cítrico fue el más adecuado, para reducir el tiempo de acidificación de la cuajada, ya que cuenta con 3 grupos ácidos-carboxílicos con mayor capacidad para quelar calcio ante el ácido láctico que presenta un solo grupo carboxilo.
- Mediante las cataciones realizadas y el análisis estadístico de los resultados se eligió al tratamiento $a_0b_0c_0$ que conjuga al Ácido Cítrico como Tipo de Regulador de Acidez, con una Acidez de la Leche de 28°D y el empleo de Chremilk siendo el Tipo de Cuajo, como el mejor tratamiento de la presente investigación, se consideró que el atributo Aceptabilidad fue uno de los parámetros que resume de forma general la preferencia de los consumidores hacia el mejor tratamiento, por lo tanto la muestra de queso

mozzarella presentó el mayor promedio en cuanto a la valoración de aceptabilidad mediante una escala hedónica, con una puntuación de 4,75 correspondiente a 'Gusta Mucho', además mediante los resultados de las cataciones se analizó que el queso mozzarella elaborado posee un color 'Amarillo Ténue', su olor 'Ni agrada ni desagrada', el sabor es 'Ligeramente ácido', la textura es 'Ni dura ni blanda' y la aceptabilidad 'Gusta Mucho' al paladar del consumidor. Además, se analizó que los parámetros físicos químicos determinados en el mejor tratamiento, se encuentran dentro de los rangos establecidos en la norma INEN 82 para los requisitos de queso mozzarella, con un contenido de una humedad del 50,72%, materia grasa en extracto seco del 47,70% y un rendimiento del 10,72%. Por otro lado basado en el análisis estadístico se concluye que los tipos de cuajo no presentan diferencia significativa entre ellos, de tal forma que este factor no se consideró influyente para la elección del mejor tratamiento o la reducción del tiempo de acidificación de la cuajada, puesto que al analizar la composición de cuajo Chremilk y Marschall, ambos están hechos a base de la enzima Quimosina de origen microbiano obtenida a través de una fermentación controlada a partir de *Rhizomucor miehei*.

- El análisis proximal se realizó en la materia prima, obteniéndose 3,51% de materia grasa, 3,06% de proteína, 8,11% de sólidos no grasos, 11,61% de sólidos totales, densidad de relativa de 1,03 g/ml, 0,16% de ácido láctico o 16°D, pH de 6,58 y tiempo de reductasa de 2h 20min con lo que se consideró de calidad regular, se analizó que los resultados obtenidos están acorde a lo establecido en la norma INEN 009 para los Requisitos de la Leche cruda, excepto el contenido de sólidos no grasos en donde existe

una diferencia de 0,09% respecto del valor bibliográfico reportado de 8,2%, se concluyó que la materia prima empleada es de buena calidad al cumplir con los rangos establecidos en la norma INEN 009; por otro lado en el producto terminado mejor tratamiento $a_0b_0c_0$ (Ácido Cítrico, 28°D, Chremilk), se realizó análisis microbiológicos los cuales indicaron que existe ausencia de *E.coli* / *Coliformes* en la muestra de Queso Mozzarella, así como también ausencia de *Mohos* y *levaduras*, esto permitió comprobar que el producto elaborado es de buena calidad y el proceso de elaboración se lo llevó con la debida inocuidad, puesto que no presentó contaminación microbiológica bajo los dos parámetros analizados.

- Mediante la aplicación de la ecuación reportada por Alvarado (1996) para el crecimiento microbiano en los alimentos considerado como una reacción de primer orden y a través de los análisis microbiológicos basado en recuento de *Coliformes totales* en placas petrifilm 3M durante un periodo de 35 días, se determinó que el tiempo de vida útil del mejor tratamiento $a_0b_0c_0$ que conjuga al Ácido Cítrico como Tipo de Regulador de Acidez, con una Acidez de la Leche de 28°D y el empleo de Chremilk siendo el Tipo de Cuajo, es de 30 días, tiempo en el cual el queso mozzarella elaborado mantiene la calidad y estabilidad microbiológica, considerándolo apto para el consumo humano. El valor experimental se comparó con el criterio de Labuza (1982) el cual indicó que el tiempo de vida útil para Queso Mozzarella natural almacenado en refrigeración es de 30 días, por lo tanto el valor experimental obtenido es igual al reportado bibliográficamente, verificando la coherencia y efectividad de este

análisis y el alto grado de inocuidad bajo el cual fue elaborado el queso mozzarella.

5.2. RECOMENDACIONES

- Emplear Ácido Cítrico como regulador de Acidez, mediante la estandarización de la leche a 28 o 32°D, con la finalidad de mejorar el proceso de elaboración de queso mozzarella, reduciendo significativamente el tiempo de acidificación de la cuajada y además el empleo de Chremilk como tipo de cuajo el cual permitirá una adecuada coagulación de la leche al actuar sobre la caseína por medio de la enzima Quimosina de origen microbiano obtenida a través de una fermentación controlada a partir de *Rhizomucor miehei*.
- Pulir el proceso de medición de acidez de la leche mediante el empleo de hidróxido de sodio 0,1N y fenolftaleína como indicador, puesto que la determinación varía debido a la pureza y grado de estabilidad de las soluciones durante el tiempo de almacenamiento y determinar el tiempo estimado en el cual las soluciones pueden ser almacenadas sin afectar en el análisis de acidez de la leche.
- Realizar análisis sensorial enfocado exclusivamente a determinar el efecto de la utilización del ácido cítrico en el sabor del queso mozzarella considerado como el mejor tratamiento, con catadores entrenados los cuales debido a su amplia experiencia logran sentir sabores picosos en los quesos y permitirán establecer si el grado perceptibilidad influirá en la aceptabilidad del queso mozzarella para este tipo de catadores.
- Se recomienda trabajar con una temperatura de hilado del queso mozzarella de 75°C exactamente, valor en el cual el producto terminado presentará una buena calidad microbiológica, así mismo

se deberá controlar el proceso de salado de los quesos, para lo cual se procederá a pasteurizar la solución salina, enfriarla y emplearla inmediatamente para sumergir los quesos, no es recomendable almacenar dicha solución y usarla nuevamente en otras muestras, éste punto es crítico y determinante en el proceso de elaboración de queso mozzarella, ya que la sal en grano empleada para preparar la solución salina posee cierta carga microbiológica que puede constituir focos de contaminación para el producto terminado si no se usan las debidas precauciones.

- Realizar la determinación del tiempo de vida útil del Queso mozzarella mediante parámetros físico químicos como humedad y comparar los resultados de conformidad con lo establecido en la Norma INEN Ecuatoriana 82 para los requisitos de Queso Mozzarella.

CAPÍTULO VI

PROPUESTA

6.1. DATOS INFORMATIVOS

Título: Elaboración de Queso Mozzarella con la utilización de Ácido Cítrico como Regulador de Acidez

Institución Ejecutora: Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos

Beneficiarios: Productores de Leche, Queserías Rurales.

Ubicación: Ambato – Ecuador

Tiempo Estimado para la Ejecución: 6 meses

Equipo Técnico Responsable: Ing. Fernando Álvarez
Egda. Mayra Tobar

6.2. ANTECEDENTES DE LA PROPUESTA

Según la FAO en América del Sur, muchos países están aumentando la producción de leche y se está consolidando la situación de las exportaciones netas de la región, gracias al surgimiento de exportadores de mayor relieve o simplemente de exportadores nuevos. Brasil, el mayor productor de leche de la región, se transformó por primera vez en un exportador neto de productos lácteos en 2005, ya que el aumento de la producción, combinado con una débil demanda interna, hizo descender los precios de la leche en casi un 30 por ciento en el segundo semestre. En 2006, la producción creció en un 3,0 por ciento aproximadamente, pero no fue un aumento sostenido porque los precios no volvieron a situarse en niveles rentables.

En cuanto a la producción mundial de quesos (de todos los tipos), ha crecido sostenidamente durante los últimos 20 años, superando las 13.500.000 toneladas y el consumo ha aumentado a una tasa de 2% anual desde 1980, con valores de 13 kg/habitante/año en Europa y 11 en Estados Unidos. El consumo de quesos especiales ha crecido a mayor tasa que la de los tradicionales, Aunque el consumo per cápita de leche ha disminuido En Estados Unidos, el de otros productos lácteos ha aumentado sustancialmente; por ejemplo, el consumo de queso por persona se ha duplicado desde 1975 y en el año 2004 alcanzó el record de 14,15 kg/persona, convirtiéndose en el producto lácteo más consumido. (*Navarro R, et al, 2009*)

Las tecnologías de elaboración de Queso Mozzarella en Sudamérica no son las adecuadas, actualmente en países como

Honduras, específicamente en la Escuela Agrícola Panamericana Zamorano en la Planta de Lácteos, se produce Queso Mozzarella para suplir parte de la demanda del mercado de Tegucigalpa y Zamorano, el cual es elaborado por el método tradicional de producción en la que se emplea cuatro días de elaboración, tiempo que tarda la cuajada en acidificarse y estar lista para los siguientes procesos de hilado y moldeado. (Molina, 1998)

Según el *Equipo Regional de Fomento y Capacitación en Lechería de la FAO para América Latina*, para reducir el tiempo de elaboración de queso mozzarella, la leche puede coagularse por medio ácido, ya sea de forma natural por fermentación o por agregado de ácidos. La coagulación ácida se produce contrariamente a la coagulación enzimática, es decir, por modificación electrostática del sistema que neutraliza cargas negativas de las micelas hasta alcanzar el punto isoeléctrico de la caseína (pH 4,6) y luego intercambia iones de calcio por iones de hidrógeno, de la misma forma que una resina intercambiadora de iones. Por lo tanto el puente bivalente capaz de mantener la estabilidad del coágulo no se forma, las cuajadas ácidas son esencialmente desmineralizadas.

Según el *Gauna, A, (2007)* el queso Mozzarella Elaborado por Acidificación Química se basa en la sustitución de la fermentación natural necesaria para desmineralizar la cuajada por acidificación directa de la leche mediante un ácido. Habitualmente se utiliza ácido cítrico (en solución al 10 %), obteniendo el pH de filado entre pH 5,6 y 5,85. Se prefiere ácido cítrico ya que cuenta con 3 grupos ácidos-carboxílicos con mayor capacidad para quelar calcio vs el ácido láctico que presenta un solo grupo COOH. El ácido cítrico se adiciona en

leche fría para evitar floculación de las caseínas, dosis aprox. 1,2 – 1,25 g/litro.

6.3. JUSTIFICACIÓN

La importancia del uso de reguladores de acidez como el Ácido Cítrico para la elaboración de queso mozzarella radica en que permitió reducir el período de acidificación de la cuajada, mejorando las características de consistencia e hilado a la masa, con el fin de disminuir el tiempo de manufactura de este producto, permitiéndonos al final del proceso aumentar los rendimientos y disminuir la dificultad producción y elaboración de este producto.

Se propone la elaboración de queso mozzarella en base al mejor tratamiento de la presente investigación $a_0b_0c_0$ el cual conjuga al Ácido Cítrico como Tipo de Regulador de Acidez, con una Acidez de la Leche de 28°D y el empleo de Chremilk siendo el Tipo de Cuajo, puesto que presentó el mayor promedio en cuanto a la valoración de aceptabilidad mediante una escala hedónica, con una puntuación de 4,75 correspondiente a 'Gusta Mucho'.

Mediante los resultados de las cataciones se analizó que el queso mozzarella elaborado posee un color 'Amarillo Ténue', su olor 'Ni agrada ni desagrada', el sabor es 'Ligeramente ácido', la textura es 'Ni dura ni blanda' y la aceptabilidad 'Gusta Mucho' al paladar del consumidor.

Los parámetros físicos químicos determinados en el mejor tratamiento, se encuentran dentro de los rangos establecidos en la norma INEN 82 para los requisitos de queso mozzarella, con un

contenido de una humedad del 50,72%, materia grasa en extracto seco del 47,70% y un rendimiento del 10,72%.

Por otro lado, se propone la elaboración de queso mozzarella elegido como mejor tratamiento en la presente investigación, ya que basada en el análisis estadístico de los factores experimentales, se estableció que el tipo de regulador de acidez empleado y la acidez de la leche influyen significativamente en el tiempo de acidificación, pero el tipo de cuajo no presentó diferencia significativa, puesto que al analizar la composición de cuajo Chremilk y Marschall, ambos son elaborados a base de la enzima Quimosina de origen microbiano obtenida a través de una fermentación controlada a partir de *Rhizomucor miehei*.

6.4. OBJETIVOS

6.4.1. OBJETIVO GENERAL

- Elaborar Queso Mozzarella mediante la utilización de Ácido Cítrico como Regulador de Acidez

6.4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar la calidad de la materia prima (leche cruda) mediante análisis físico químicos.
- Determinar el porcentaje de rendimiento del queso mozzarella al final del proceso de elaboración.

- Realizar pruebas de análisis sensorial para la identificación de la aceptabilidad del queso mozzarella con utilización de ácido cítrico.

6.5. ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD

En este proyecto se pretende usar el Ácido Cítrico como regulador de acidez y Chremilk como tipo de cuajo en la elaboración de Queso Mozzarella. Estableciendo de esta forma la posibilidad de que las industrias de lácteos reduzcan el tiempo de acidificación de la cuajada para la elaboración de queso mozzarella, evidenciándose en un acortamiento significativo del tiempo de manufactura que generalmente conlleva este tipo de queso.

La realización de este proyecto será factible, porque la materia prima en este caso la leche, el ácido cítrico como regulador de acidez y Chremilk como cuajo son accesibles y económicos; además, que se cuenta con los equipos y materiales necesarios para la elaboración de este producto lácteo.

6.6. FUNDAMENTACIÓN

La elaboración de queso mozzarella con la utilización de ácido cítrico y cuajo Chremilk debe ir acorde al cumplimiento de las normas INEN pertinentes a los requisitos y análisis de la materia prima y producto elaborado, como la norma INEN 009 para Leche Cruda. Requisitos, INEN 11 para Determinación de Densidad Relativa en Leche, INEN 12 para Determinación del Contenido de Grasa en Leche, INEN 13 Determinación de Acidez Titulable en Leche e INEN 18 para el Ensayo de Reductasas en Leche; en cuanto al queso mozzarella elaborado la norma INEN 63 para Determinación del

Contenido de Humedad, INEN 64 para Determinación del Contenido de Grasas e INEN 82 para Queso Mozzarella. Requisitos.

6.7. METODOLOGÍA MODELO OPERATIVO

6.7.1. Materiales y Equipos

Los materiales utilizados para el desarrollo e implementación de esta tecnología serán los siguientes:

➤ Materias Primas

- Leche
- Ácido Cítrico
- Cuajo Chremilk
- Sal
- Sal en grano

➤ Equipos

- Mesa de Acero Inoxidable
- Olla de Cocción
- Caldero
- Potenciómetro
- Refrigeradora
- Balanza Analítica
- Selladora Automática

➤ **Materiales de Laboratorio**

- Vasos de Precipitación de 100, 250 y 500 ml
- Balones de aforo de 250 ml
- Matraces de 50 ml
- Probetas de 100 y 500 ml. Marca Boeco
- Pipetas de 1 y 10 ml. Marca Boeco
- Buretas de 50 ml
- Goteros
- Varillas de Agitación
- Espátulas
- Soporte Universal
- Cuchillos de Acero inoxidable
- Picetas
- Lienzo
- Gradilla
- Lactodensímetro
- Acidómetro
- Pistola de Alcohol
- Centrífuga
- Butirómetros
- Termómetros

➤ **Reactivos**

- Hidróxido de Sodio
- Fenolftaleína
- Ácido Sulfúrico
- Alcohol Amílico

- Ácido Clorhídrico
- Alcohol Etílico
- Cloruro de Calcio

6.7.2. Tecnología de Elaboración

Según Gutiérrez, J. (2000) las principales etapas de la elaboración de Queso Mozzarella son:

Materia Prima.- Se utilizará leche cruda que será recibida en la plataforma o andén de recepción y se realizará los análisis básicos.

Filtración.- La filtración se lo realizará con el propósito de eliminar cualquier partícula o material extraño que se encuentre en la leche, mediante la utilización de telas, paños, filtros metálicos o plásticos, etc.

Adición de cloruro de calcio.- Se añadirá en una cantidad de 20gr por cada 100lt de leche.

Acidificación.- Mediante el uso del Ácido Cítrico como regulador de acidez se acidificará la leche a 28°D. La cantidad a añadirse será de 0,75g / lt de leche.

Calentamiento.- Una vez añadido el regulador de acidez, se procederá a un calentamiento lento de la leche hasta llegar a una temperatura de 35 – 40 °C.

Adición de cuajo.- El cuajo a utilizar es Chremilk, el mismo que se diluirá en una pequeña cantidad de agua tibia, la cantidad utilizada

será según las recomendaciones técnicas, una vez alcanzada la temperatura de 35 – 40 °C, se procederá a poner el cuajo en la leche.

Reposo.- El cuajo mezclado en la leche se dejará a temperatura de 35 – 40 °C durante 5 - 10 minutos, en donde la coagulación llegará a su estado óptimo y estará listo para el siguiente paso.

Corte.- Se procederá al corte de la cuajada debe ser lo más lento posible para evitar la pérdida de sólidos, se utilizará como tipo de corte el del tamaño de una haba (2,5 x 1,5 cm).

Primer y segundo batido.-La cuajada cortada se someterá a un batido, al principio muy suave para luego incrementar la rapidez de éste, esto se hará con el objeto de eliminar el exceso de suero contenido en la cuajada. El tiempo de batido será de 5 minutos, por cada batido.

Desuerado.-Terminado el tiempo de batido, se dejará la cuajada en reposo para facilitar la extracción del suero, se utilizará una malla plástica, la cantidad de suero que se extraiga será del 40% aproximadamente.

Apilonado de la cuajada.- La cuajada será desuerada totalmente en una malla plástica donde se apilonará y a la vez servirá como ayuda para sacar el exceso de suero contenido en la cuajada.

Acidificación de la cuajada.- La cuajada deberá adquirir la acidez adecuada para continuar al proceso de hilado.

Hilado de la cuajada.- La cuajada se la llevará a una olla en donde estará agua a una temperatura de 70 – 75 °C, luego se procederá a amasar los cubitos de la cuajada hasta obtener una sola masa, homogénea y elástica.

Moldeado.- Con la masa bien homogénea y estirable se pesará tiras de 200gr, estas tiras se envolverán en una bola.

Prensado y enfriado.- Una vez moldeado el queso se colocará en agua fría alrededor de 4°C hasta que estos se encuentren totalmente fríos.

Salado.- Los quesos enfriados serán sumergidos en salmuera, que tendrá una concentración de 22°Be, aquí se dejará las muestras por el lapso de 2-4 horas aproximadamente, dependiendo del peso y tamaño del queso.

Empaquetado.- Se colocará en fundas de polietileno de baja densidad con una selladora automática.

Almacenamiento.- Los quesos mozzarella elaborados se almacenarán a temperatura de refrigeración de 4 a 8°C y humedad relativa de 70 a 85%.

6.8. ADMINISTRACIÓN

Para la administración del proyecto se deberá hacer énfasis en el cumplimiento de las actividades planteadas en cada una de las fases y estará coordinada por los responsables del proyecto Ing. Fernando Álvarez y Egda. Mayra Tobar.

Tabla 04. Administración de la Propuesta

Indicadores a mejorar	Situación Actual	Resultados esperados	Actividades	Responsable
Elaboración de Queso Mozzarella con la utilización de Ácido Cítrico como Regulador de Acidez	Queso Mozzarella elaborado sin el uso de Ácidos	<p>Reducción del tiempo de acidificación de la cuajada para la elaboración de queso mozzarella en relación al método tradicional.</p> <p>Parámetros físicoquímicos adecuados para establecer que el producto elaborado es de calidad,</p> <p>Producto final con características organolépticas aceptables.</p>	<p>Evaluación del tiempo de acidificación de la cuajada durante el proceso de elaboración</p> <p>Análisis físicoquímicos del producto final.</p> <p>Valoración sensorial del queso mozzarella elaborado.</p>	<p>Ing. Fernando Álvarez</p> <p>Egda. Mayra Tobar</p>

Elaborado por: Mayra C Tobar J.

Fuente: Mayra C Tobar J.

6.9. PREVISIÓN DE LA EVALUACIÓN

Tabla 05. Previsión de la evaluación.

Preguntas Básicas	Explicación
¿Quiénes solicitan evaluar?	Productores de Leche, Queserías Rurales.
¿Por qué evaluar?	Identificar el efecto de la elaboración de queso mozzarella con la utilización de ácido cítrico como regulador de acidez.
¿Para qué evaluar?	Reducir el tiempo de acidificación de la cuajada y consecuentemente el tiempo de elaboración de queso mozzarella y obtener un producto de buena calidad para el paladar del consumidor.
¿Qué evaluar?	Tiempo de Acidificación de la Cuajada Humedad Materia Grasa extracto seco Acidez Rendimiento pH
¿Quién evalúa?	Investigador
¿Cuándo evaluar?	Durante el proceso de elaboración y almacenamiento.
¿Cómo evaluar?	Mediante instrumentos de evaluación y análisis estadístico
¿Con qué evaluar?	Mediante métodos establecidos en normas para la experimentación y evaluación.

Elaborado por: Mayra C Tobar J.

Fuente: Mayra C Tobar J.

CAPÍTULO VII

MATERIALES DE REFERENCIA

7.1 BIBLIOGRAFÍA

1. AGUILAR, B, *et a*, (2006). Uso de Suero Fermentado para Reducir el Tiempo de Acidificación del Queso Oaxaca. Universidad Autónoma del Estado de México. Agrociencia. Colegio de Postrados. México.
2. AGUIRRE, J, (2009). Aprovechamiento del Suero Lácteo Fermentado en el Proceso de Fabricación del Queso Tipo Mozzarella y su Aplicación con Adición de Jamón. TESIS previo a la obtención del título de Ingeniero en Alimentos. Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos.
3. ALVARADO, J, (1996). Principios de Ingeniería Aplicados a los Alimentos. Ed. Radio Comunicaciones - División Artes Gráficas. Primera Edición. Ambato, Ecuador.

4. ARES, J, (2000). Caracterización Cualitativa de los Quesos Tradicionales Elaborados en Empresas Ganaderas de Andalucía. Centro de Investigación y Formación Agraria. Argentina.
5. CENTRO DE ESTUDIOS PARA EL DESARROLLO Y LA PARTICIPACIÓN, (2008). Manual para Queserías Rurales, en Distrito de Cusca, Provincia de Corongo. Perú
6. CODEX ALIMENTARIUS (2007). Norma del Codex CODEX STAN 262-2007 Para la Mozzarella, primera edición.
7. EQUIPO REGIONAL DE FOMENTO Y CAPACITACIÓN EN LECHERIA DE LA FAO PARA AMÉRICA LATINA, (1981). Manual de Elaboración de Quesos. Chile.
8. GRAJALES, M, (2009). Estandarización del Proceso de Elaboración del Queso Doble Crema Tipo Mozzarella. PROYECTO DE GRADO previo a la obtención del título de Tecnóloga Química. Universidad Tecnológica de Pereira. Escuela de Tecnología Química. Colombia
9. GUTIERREZ, J, (2000). Tecnología de Lácteos. Universidad Técnica de Ambato. Ecuador.
10. HERNÁNDEZ, P, (2002). Elaboración de Queso Mozzarella a Partir de Leche de *Bubalus bubalis* (Ganado Bubalino). Revista Amazónica de Investigación Alimentaria, v 2 n°2 p. 19 – 30 (2002). Facultad de Ingeniería en Industrias Alimentarias de la UNAP. Perú.

11. INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN, Normas Ecuatorianas Obligatorias NTE INEN 11, 12, 13, 14, 16, 18, 63, 64, 82, primera edición.
12. IBÁÑEZ, F, *et al*, (2003). Aditivos Alimentarios. Universidad Pública de Navarra. Área de Nutrición y Bromatología. España.
13. LABUZA, T, (1982). Shelf Life Dating of Foods. Ed. Food and Nutrition Press Inc. Westport, Connecticut, USA.
14. MERCADO COMÚN DEL SUR, Reglamento Técnico del Mercosur de Identidad y Calidad del Queso Mozzarella N°78.
15. MOLINA, G, *et al*. (1998). Elaboración de Queso Mozzarella a Partir de Métodos Rápidos de Acidificación. TESIS previo a la obtención del título de Ingeniero Agrónomo. Escuela Agrícola Panamericana.
16. NAVARRO, R, *et al*, (2009). Resultados y Lecciones en Producción de Quesos Diferencias en Curacautín. Fundación para la Innovación Agraria – Ministerio de Agricultura de Chile. Chile.
17. OÑATE, R, (2003). Informe Sobre Recursos Zootecnicos Ecuador, Ministerio de Agricultura y Ganadería. Ecuador
18. ORDOÑEZ. L, (2008). Evaluación del Uso de Ácido Acético como Agente Coagulante de la Caseína de la Leche de Ganado Bovino. TESIS previo a la obtención del título de Técnico de Procesos Agroindustriales. Universidad San Carlos de Guatemala.
19. PIÑEROS, G, *et al*. (2005). La Calidad como Factor de Competitividad en la Cadena Láctea. Universidad Nacional de

Colombia. Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia.
Colombia

20. RAMIREZ, J, (2008). Manual de Laboratorio de Tecnología de Lácteos. Universidad del Cauca. Facultad de Ciencias Agropecuarias.

21. REYNA, R, (2011). Diseño de un laboratorio fisicoquímico y microbiológico para control de calidad en una industria de productos lácteos. TESIS previo a la obtención del título de Ingeniera Química. Universidad San Carlos de Guatemala. Facultad de Ingeniería.

22. SALTOS, A, (1993). Diseño Experimental. Ambato, Ecuador.

23. SÁNCHEZ, C, *et al*, (1993). Mejoramiento del rendimiento y de las características organolépticas del queso blanco suave y crema elaborado con leche de cabra. Centro de Investigaciones Agropecuarias del Estado Lara. Venezuela.

24. SPREER, E, (1975). Lactología Industrial. Ed Acribia. Segunda Edición. Zaragoza, España.

25. UNIVERSIDAD DEL ZULIA, 2004. Determinación de grasa y sólidos totales en leche y derivados. Guía Práctica. Maracaibo.

26. VELASTEGUÍ, L, (2003). Diseño del sistema de producción y comercialización para quesos en la agroindustria de Tinalandia en Santo Domingo. PROYECTO previo a la obtención del título de Ingeniera Comercial. Escuela Politécnica del Ejército Sede Latacunga. Facultad de Ciencias Administrativas.

27. VILLEGAS, A, (2008). Dos Famosos Quesos de Pasta Hilada (Filata): El Oaxaca y Mozzarella. Universidad Autónoma de Chapingo.
28. ZAMORA, S, (1998). Producción de Queso Mozzarella Utilizando el Método de Acidificación Directa. Proyecto de Graduación previo a la obtención del título Licenciada en Tecnología de Alimentos Universidad de Costa Rica. Carrera Interdisciplinaria de Tecnología de Alimentos.
29. ZAVALA, J, (2005). Aspectos Nutricionales y Tecnológicos de la Leche. Dirección General de Promoción Agraria.

7.2 LINKGRAFÍA

30. BRITO, M, 1997. La Leche, Alimento indispensable. Fecha de Publicado 16 / Nov / 1998 Fecha de Acceso: 17/07/2012. Disponible en: http://html.rincondelvago.com/leche_1.html
31. CALVO, M, 2001 Aditivos Alimentarios. Fecha de Acceso 05/01/2012. Disponible en: <http://milksci.unizar.es/adit/aditivos.html>
32. DIARIO HOY, 2008. Tungurahua Crece Producción Láctea. Publicado el 22/Agosto/2008 | 00:00. Fecha de Acceso 23/12/2011. Disponible en: <http://www.hoy.com.ec/noticias-ecuador/tungurahua-crece-produccion-lactea-302470.html>
33. DIARIO LA HORA, 2012. El queso en Tungurahua. Publicado el Lunes, 16 de Enero de 2012. Fecha de Acceso 04/03/2012.

Disponible en:
<http://www.lahora.com.ec/index.php/noticias/show/1101268483/-1>

34. DIARIO LA HORA, 2012. Lecheros piden mercado propio. Publicado el Miércoles, 29 de Febrero de 2012. Fecha de Acceso 07/09/2012. Disponible en:
<http://www.lahora.com.ec/index.php/noticias/show/1101291336/1/Lecheros%20piden%20mercado%20propio.html#.UE1vi42TuuM>.
35. FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS, 2006. Perspectivas Alimentarias, Análisis del Mercado Mundial, Leche y Productos Lácteos. Fecha de Acceso 29/11/2011. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/009/j7927s/j7927s09.htm>
36. GAUNA, A, 2007. Seminario Tecnología de Elaboración de Queso Mozzarella/ Pizza Cheese. Instituto Nacional de Tecnología Industrial. Argentina. Fecha de Acceso 02/02/2012. Disponible en: <http://www.inti.gov.ar/lacteos/pdf/MozzarellaPizzacheese.pdf>
37. INDUSTRIA ALIMENTICIA PARA LOS PROCESADORES LATINOAMERICANOS DE ALIMENTOS, 2010. La Industria Láctea en Ecuador. Fecha de Acceso 18/12/2011. Disponible en: http://www.industriaalimenticia.com/Archives_Davinci?article=126
38. ORBE, B, 2005. Quesos en el Ecuador. Publicado el 10/Noviembre/2005 | 00:00. Fecha de Acceso 28/12/2011. Disponible en: <http://es.scribd.com/cristianchv/d/59481048-Quesos-en-El-Ecuador>.

39. OSPINA, A, 2010. Boletín Técnico Cuajo Líquido. Publicado el 4 de octubre 2010. Fecha de Acceso 08/09/2012. Disponible en: <http://www.slideshare.net/GITASENA/ficha-tecnica-cuajo-liquido>
40. PELAYO, P, (2010). Vida útil de un Alimento. Publicado el 26 de agosto 2010. Fecha de Acceso 14/07/2012. Disponible en: <http://www.consumer.es/seguridad-alimentaria/ciencia-ytecnología/2012/08/26/195339.php>
41. PISKULICH, R, (2001). Mercado Peruano de Lácteos. Rev Inv Vet Perú 2001; 12(2): 29-32. Fecha de Acceso 14/12/2011. Disponible en: www.scielo.org.pe/pdf/rivep/v12n2/a06v12n2.pdf
42. PROES, (2005). Productos Especiales. Fecha de Acceso 09/09/2012. Disponible en: <http://www.proesltda.com.co/PDF/DANISCO/CUAJO%20MARSCHALL%20M%20PLUS.pdf>.
43. VARGAS, T, (1999). Calidad e inocuidad de la leche y productos lácteos. Publicado el 9/Agosto/ 2000. Fecha de Acceso: 17/07/2012. Disponible en: www.cavilac.org
44. ZUBIZARRETA; 1998; "La aventura del trabajo Intelectual"; México; D.F. Fecha de Acceso 06/02/2012. Disponible en: <http://html.rincondelvago.com/paradigmas-de-la-investigacion.html>; (Mayo 2010).

ANEXOS

ANEXO A

Anexo A1

FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA EN ALIMENTOS

Evaluación sensorial y aceptabilidad de Queso Mozzarella con utilización de reguladores de acidez

Nombre: **Fecha:**

INSTRUCCIONES: Sírvasse degustar cada una de las muestras, después de cada degustación enjuáguese la boca y señale con una X en el casillero de su preferencia.

ATRIBUTOS	ALTERNATIVAS		MUESTRAS	
COLOR	5	Amarillo Brillante		
	4	Amarillo Tenue		
	3	Blanco - Amarillento		
	2	Blanco		
	1	Muy Blanco		
OLOR	5	Muy Agradable		
	4	Agradable		
	3	Ni agrada ni desagrada		
	2	Desagradable		
	1	Muy desagradable		
SABOR	5	Ácido		
	4	Ligeramente ácido		
	3	Ni ácido ni básico		
	2	Ligeramente básico		
	1	Básico		
TEXTURA	5	Muy duro		
	4	Duro		
	3	Ni duro ni blando		
	2	Blando		
	1	Muy blando		
ACEPTABILIDAD	5	Gusta mucho		
	4	Gusta		
	3	Ni gusta ni disgusta		
	2	Gusta poco		
	1	No gusta		

Observaciones:.....

.....

¡Muchas Gracias por su colaboración!

DATOS EXPERIMENTALES

Tabla A1: Análisis Físico – Químicos de la leche cruda fresca utilizada como materia prima en la elaboración de queso mozzarella.

ANÁLISIS	UNIDAD	RÉPLICAS			PROMEDIO	MÉTODO DE ENSAYO
		R1	R2	R3		
Densidad Relativa a 20°C	g/ml	1,032	1,031	1,028	1,03	Lactodensímetro
Materia Grasa	%	3,610	3,540	3,370	3,51	Método Gerber
Proteína	%	3,090	3,140	2,960	3,06	Ekomilk
Sólidos no Grasos	%	8,170	8,320	7,830	8,11	Ekomilk
Sólidos Totales	%	11,780	11,860	11,200	11,61	Sumatoria
Acidez Titulable	%	0,160	0,106	0,150	0,16	Acidómetro
pH	-	6,650	6,700	6,400	6,58	pH-metro
Ensayo Reductasas	h	2,000	3,000	2,000	2h 20min	Método Gerber

Fuente: Laboratorios FCIAL, Fábrica de Lácteos Rozú

Elaborado por: Mayra C Tobar J.

R= Réplica

Tabla A2: Tiempos de Acidificación de la Cuajada para la Elaboración de Queso Mozzarella.

Tratamientos	Tiempo Acidificación (minutos)	
	Réplica 1	Réplica 2
Testigo	1022	1006
a₀b₀c₀	171	153
a₀b₀c₁	160	142
a₀b₁c₀	37	39
a₀b₁c₁	30	32
a₁b₀c₀	255	271
a₁b₀c₁	230	242
a₁b₁c₀	70	76
a₁b₁c₁	65	69

Fuente: Mayra C Tobar J.

Elaborado por: Mayra C Tobar J.

Historial:

a₀b₀c₀: Ácido Cítrico, 28°D, Chremilk

a₀b₀c₁: Ácido Cítrico, 28°D, Marschall

a₀b₁c₀: Ácido. Cítrico, 32°D, Chremilk

a₀b₁c₁: Ácido Cítrico, 32°D, Marschall

a₁b₀c₀: Ácido Láctico 28°D, Chremilk

a₁b₀c₁: Ácido. Láctico, 28°D, Marschall

a₁b₁c₀: Ácido Láctico, 32°D, Chremilk

a₁b₁c₁: Ácido Láctico, 32°D, Marschall

Tabla A3: Pesos (g) registrados de la masa de cápsulas para determinación del contenido de humedad en muestras de Queso Mozzarella de la réplica 1.

Tratamientos	Réplica 1	Masa de Cápsulas (gramos)		
		m	m_1	m_2
$a_0b_0c_0$	R 1.1	29,5836	32,5950	31,0748
	R 1.2	47,6968	50,8691	49,2831
$a_0b_0c_1$	R 1.1	61,8701	65,0050	63,4358
	R 1.2	29,4142	32,4708	30,9806
$a_0b_1c_0$	R 1.1	29,5864	32,7927	31,1644
	R 1.2	48,8020	52,0510	50,4562
$a_0b_1c_1$	R 1.1	49,2295	52,9903	51,1551
	R 1.2	32,4669	35,7675	34,1387
$a_1b_0c_0$	R 1.1	46,2764	49,4162	47,8959
	R 1.2	61,1396	64,1365	62,6934
$a_1b_0c_1$	R 1.1	81,3890	84,5563	83,0901
	R 1.2	47,6535	50,7073	49,2796
$a_1b_1c_0$	R 1.1	57,0752	60,2757	58,7745
	R 1.2	60,5660	63,6891	62,2695
$a_1b_1c_1$	R 1.1	96,3655	99,9460	98,3511
	R 1.2	29,5634	32,7316	31,2999

Fuente: Mayra C Tobar J.

Elaborado por: Mayra C Tobar J.

m =masa de la cápsula con arena, en g.

m_1 =masa de la cápsula con arena y muestra, en g.

m_2 =masa de la cápsula con arena y residuo seco, en g.

R= Réplica

Tabla A4: Pesos (g) registrados de la masa de cápsulas para determinación del contenido de humedad en muestras de Queso Mozzarella de la réplica 2.

Tratamientos	Réplica 2	Masa de Cápsulas (gramos)		
		m	m_1	m_2
$a_0b_0c_0$	R 2.1	29,4421	32,4761	30,9901
	R 2.2	61,8836	64,9745	63,3232
$a_0b_0c_1$	R 2.1	52,0073	55,1620	53,6348
	R 2.2	46,9058	49,9311	48,4535
$a_0b_1c_0$	R 2.1	29,5114	32,6179	31,0813
	R 2.2	43,9264	47,0407	45,5702
$a_0b_1c_1$	R 2.1	32,7951	36,2110	34,4743
	R 2.2	48,7794	52,0127	50,3550
$a_1b_0c_0$	R 2.1	49,2627	52,3602	50,9407
	R 2.2	46,9410	49,9464	48,5476
$a_1b_0c_1$	R 2.1	29,5572	32,7058	31,2290
	R 2.2	57,0162	60,2217	58,7966
$a_1b_1c_0$	R 2.1	47,7012	51,0600	49,4930
	R 2.2	52,0431	55,3315	53,7823
$a_1b_1c_1$	R 2.1	46,2589	49,4665	48,0012
	R 2.2	60,5415	63,6902	62,2564

Fuente: Mayra C Tobar J.

Elaborado por: Mayra C Tobar J.

m =masa de la cápsula con arena, en g.

m_1 =masa de la cápsula con arena y muestra, en g.

m_2 =masa de la cápsula con arena y residuo seco, en g.

R= Réplica

Tabla A5: Porcentajes de Materia Grasa en muestras de Queso Mozzarella.

Tratamientos	Materia Grasa (%)		
	Réplica 1	Réplica 2	Promedio
$a_0b_0c_0$	23,0	24,0	23,50
$a_0b_0c_1$	21,0	22,0	21,50
$a_0b_1c_0$	23,5	22,0	22,75
$a_0b_1c_1$	23,0	21,0	22,00
$a_1b_0c_0$	24,0	23,0	23,50
$a_1b_0c_1$	23,0	21,0	22,00
$a_1b_1c_0$	23,0	20,0	21,50
$a_1b_1c_1$	22,0	24,0	23,00

Fuente: Mayra C Tobar J.

Elaborado por: Mayra C Tobar J.

Tabla A6: Pesos (g) registrados para determinación de rendimientos en muestras de Queso Mozzarella.

Tratamientos	Réplica	Pesos (gramos)	
		Peso Inicial	Peso Final
Testigo	1	3066	302,90
	2	3050	306,10
$a_0b_0c_0$	1	3043	322,00
	2	3037	329,89
$a_0b_0c_1$	1	3039	319,20
	2	3025	327,90
$a_0b_1c_0$	1	3040	311,50
	2	3060	315,20
$a_0b_1c_1$	1	3045	299,98
	2	3033	302,78
$a_1b_0c_0$	1	3050	295,45
	2	3020	291,20
$a_1b_0c_1$	1	3040	261,11
	2	3065	266,67
$a_1b_1c_0$	1	3028	253,88
	2	3010	250,15
$a_1b_1c_1$	1	3020	269,72
	2	3041	272,45

Fuente: Mayra C Tobar J.

Elaborado por: Mayra C Tobar J.

Tabla A7: Valores de Acidez Titulable (°D) registradas en muestras de Suero Lácteo.

Tratamientos	Réplica	Duplicado	Acidez Titulable(Grados Dornic)
$a_0b_0c_0$	1	1.1	21
		1.2	22
	2	2.1	22
		2.2	21
$a_0b_0c_1$	1	1.1	23
		1.2	21
	2	2.1	20
		2.2	22
$a_0b_1c_0$	1	1.1	24
		1.2	25
	2	2.1	25
		2.2	26
$a_0b_1c_1$	1	1.1	24
		1.2	25
	2	2.1	25
		2.2	24
$a_1b_0c_0$	1	1.1	19
		1.2	18
	2	2.1	20
		2.2	21
$a_1b_0c_1$	1	1.1	22
		1.2	21
	2	2.1	20
		2.2	19
$a_1b_1c_0$	1	1.1	23
		1.2	22
	2	2.1	22
		2.2	23
$a_1b_1c_1$	1	1.1	21
		1.2	22
	2	2.1	22
		2.2	23

Fuente: Mayra C Tobar J.

Elaborado por: Mayra C Tobar J.

Tabla A8: Valores de pH registrados en muestras de Queso Mozzarella.

Tratamientos	Réplica	Duplicado	pH
$a_0b_0c_0$	1	1.1	5,76
		1.2	5,78
	2	2.1	5,79
		2.2	5,81
$a_0b_0c_1$	1	1.1	5,58
		1.2	5,63
	2	2.1	5,61
		2.2	5,62
$a_0b_1c_0$	1	1.1	5,69
		1.2	5,67
	2	2.1	5,76
		2.2	5,76
$a_0b_1c_1$	1	1.1	5,48
		1.2	5,47
	2	2.1	5,61
		2.2	5,67
$a_1b_0c_0$	1	1.1	5,56
		1.2	5,85
	2	2.1	5,70
		2.2	5,51
$a_1b_0c_1$	1	1.1	5,53
		1.2	5,65
	2	2.1	5,59
		2.2	5,39
$a_1b_1c_0$	1	1.1	5,55
		1.2	5,58
	2	2.1	5,61
		2.2	5,61
$a_1b_1c_1$	1	1.1	5,58
		1.2	5,55
	2	2.1	5,42
		2.2	5,41

Fuente: Mayra C Tobar J.

Elaborado por: Mayra C Tobar J.

Tabla A9: Cantidad de Reguladores de Acidez añadidos en muestras de leche para elaborar Queso Mozzarella.

CANTIDAD ACIDO CÍTRICO (<i>g/2lt leche</i>)		
Tratamientos	Réplica 1	Réplica 2
$a_0b_0c_0$	1,5	1,5
$a_0b_0c_1$	1,6	1,5
$a_0b_1c_0$	2,3	2,2
$a_0b_1c_1$	2,4	2,6
CANTIDAD ACIDO LÁCTICO (mililitros)		
Tratamientos	Réplica 1	Réplica 2
$a_1b_0c_0$	1,4	1,5
$a_1b_0c_1$	1,6	1,6
$a_1b_1c_0$	3,0	3,0
$a_1b_1c_1$	3,0	3,1

Fuente: Mayra C Tobar J.

Elaborado por: Mayra C Tobar J.

Tabla A10: Valoración en el Queso Mozzarella mediante catación: Atributo Color.

Catador	Tratamientos								Testigo
	$a_0b_0c_0$	$a_0b_0c_1$	$a_0b_1c_0$	$a_0b_1c_1$	$a_1b_0c_0$	$a_1b_0c_1$	$a_1b_1c_0$	$a_1b_1c_1$	
1	3								2
2	4						5		
3		4	4						
4			3			3			
5				2	2				
6					3				3
7		3				4			
8							3	4	
9				2				3	
10		4							5
11	5			3					
12		4			3				
13			2					3	
14				3			2		
15					4	4			
16						4			3
17			2				3		
18	3							3	
19			3						3
20	4				1				
21	3	3							
22			3	2					
23				3		4			
24					3		3		
25						3		4	
26							3		2
27		3						3	
28				3					3
29	3		4						
30		3					3		
31			3		5				
32		3		4					
33					3			5	
34	4					3			
35						3	4		
36								4	3

Fuente: Mayra C Tobar J.

Elaborado por: Mayra C Tobar J.

Tabla A11: Valoración en el Queso Mozzarella mediante catación: Atributo Olor.

Catador	Tratamientos								Testigo
	$a_0b_0c_0$	$a_0b_0c_1$	$a_0b_1c_0$	$a_0b_1c_1$	$a_1b_0c_0$	$a_1b_0c_1$	$a_1b_1c_0$	$a_1b_1c_1$	
1	4								4
2	4						4		
3		3	4						
4			3			4			
5				2	3				
6					4				2
7		5				4			
8							3	4	
9				4				5	
10		5							4
11	4			3					
12		3			3				
13			3					4	
14				4			3		
15					4	4			
16						3			2
17			4				4		
18	5							3	
19			3						2
20	3				2				
21	3	2							
22			3	4					
23				4		5			
24					4		4		
25						2		3	
26							4		2
27		4						5	
28				4					3
29	1		1						
30		4					4		
31			3		4				
32		3		4					
33					2			3	
34	3					3			
35						3	3		
36								4	3

Fuente: Mayra C Tobar J.

Elaborado por: Mayra C Tobar J.

Tabla A12: Valoración en el Queso Mozzarella mediante catación: Atributo Sabor.

Catador	Tratamientos								Testigo
	$a_0b_0c_0$	$a_0b_0c_1$	$a_0b_1c_0$	$a_0b_1c_1$	$a_1b_0c_0$	$a_1b_0c_1$	$a_1b_1c_0$	$a_1b_1c_1$	
1	4								4
2	4						5		
3		4	3						
4			5			5			
5				3	2				
6					3				4
7		5				4			
8							4	4	
9				4				4	
10		5							3
11	4			4					
12		4			3				
13			4					5	
14				4			4		
15					4	4			
16						3			3
17			4				5		
18	5							4	
19			4						3
20	5				3				
21	5	5							
22			4	5					
23				4		5			
24					4		4		
25						2		3	
26							4		2
27		4						4	
28				5					4
29	5		5						
30		4					3		
31			4		5				
32		4		4					
33					4			3	
34	5					5			
35						4	4		
36								4	4

Fuente: Mayra C Tobar J.

Elaborado por: Mayra C Tobar J.

Tabla A13: Valoración en el Queso Mozzarella mediante catación: Atributo Textura.

Catador	Tratamientos								Testigo
	$a_0b_0c_0$	$a_0b_0c_1$	$a_0b_1c_0$	$a_0b_1c_1$	$a_1b_0c_0$	$a_1b_0c_1$	$a_1b_1c_0$	$a_1b_1c_1$	
1	4								3
2	3						4		
3		4	3						
4			3			5			
5				3	4				
6					4				3
7		3				4			
8							3	4	
9				3				4	
10		4							4
11	3			3					
12		2			3				
13			2					5	
14				2			3		
15					3	5			
16						4			3
17			3				4		
18	3							4	
19			2						3
20	3				4				
21	3	3							
22			4	3					
23				4		3			
24					2		2		
25						4		4	
26							3		2
27		3						4	
28				3					3
29	3		3						
30		3					5		
31			4		3				
32		2		2					
33					3			5	
34	4					4			
35						5	5		
36								5	2

Fuente: Mayra C Tobar J.

Elaborado por: Mayra C Tobar J.

Tabla A14: Valoración en el Queso Mozzarella mediante catación: Atributo Aceptabilidad.

Catador	Tratamientos								Testigo
	$a_0b_0c_0$	$a_0b_0c_1$	$a_0b_1c_0$	$a_0b_1c_1$	$a_1b_0c_0$	$a_1b_0c_1$	$a_1b_1c_0$	$a_1b_1c_1$	
1	5								3
2	4						2		
3		4	3						
4			5			3			
5				4	3				
6					4				3
7		5				4			
8							4	3	
9				4				3	
10		5							5
11	4			3					
12		4			2				
13			5					2	
14				4			4		
15					5	4			
16						4			3
17			4				4		
18	5							3	
19			4						2
20	5				4				
21	5	4							
22			4	4					
23				3		4			
24					4		4		
25						2		3	
26							4		2
27		4						2	
28				5					2
29	5		3						
30		4					3		
31			4		4				
32		4		4					
33					4			3	
34	5					4			
35						4	4		
36								2	4

Fuente: Mayra C Tobar J.

Elaborado por: Mayra C Tobar J.

ANEXO B

RESULTADOS

Tabla B1: Especificaciones de la Leche Cruda según la Norma INEN 009.

REQUISITOS	UNIDAD	MIN.	MAX.	MÉTODO DE ENSAYO
Densidad Relativa a 20°C	-	1,026	1,032	NTE INEN 11
Materia Grasa	%	3,200	-	NTE INEN 12
Acidez Titulable	%	0,130	0,160	NTE INEN 13
Sólidos Totales	%	11,400	-	NTE INEN 14
Sólidos no Grasos	%	8,200	-	*
Proteína	%	2,900	-	NTE INEN 16
Ensayo Reductasas	h	2,000	-	NTE INEN 18
* Diferencia entre el contenido de sólidos totales y el contenido de grasa				

Fuente: Norma INEN 009 (2008)

Elaborado por: Mayra C Tobar J.

Tabla B2: Promedio de los Tiempos de Acidificación de la Cuajada para la Elaboración de Queso Mozzarella.

Tratamientos	Tiempo Acidificación (minutos)
	Promedio
Testigo	1014
a₀b₀c₀	162
a₀b₀c₁	151
a₀b₁c₀	38
a₀b₁c₁	31
a₁b₀c₀	263
a₁b₀c₁	236
a₁b₁c₀	73
a₁b₁c₁	67

Fuente: Mayra C Tobar J.

Elaborado por: Mayra C Tobar J.

Tabla B3: Promedio de los Tiempos de Acidificación de la Cuajada para la Elaboración de Queso Mozzarella.

Tratamientos	Reducción del Tiempo de Acidificación (%)
$a_0b_0c_0$	84,02
$a_0b_0c_1$	85,11
$a_0b_1c_0$	96,25
$a_0b_1c_1$	96,94
$a_1b_0c_0$	74,06
$a_1b_0c_1$	76,73
$a_1b_1c_0$	92,80
$a_1b_1c_1$	93,39

Fuente: Mayra C Tobar J.

Elaborado por: Mayra C Tobar J.

Tabla B4: Porcentajes de Humedad determinados en muestras de Queso Mozzarella.

Tratamientos	HUMEDAD (%)			
	Réplica 1		Réplica 2	
$a_0b_0c_0$	R1.1	50,48	R1.1	48,98
	R1.2	50,00	R1.2	53,42
$a_0b_0c_1$	R1.1	50,06	R1.1	48,41
	R1.2	48,75	R1.2	48,84
$a_0b_1c_0$	R1.1	50,78	R1.1	49,46
	R1.2	49,09	R1.2	47,22
$a_0b_1c_1$	R1.1	48,80	R1.1	50,84
	R1.2	49,35	R1.2	51,27
$a_1b_0c_0$	R1.1	48,42	R1.1	45,83
	R1.2	48,15	R1.2	46,54
$a_1b_0c_1$	R1.1	46,29	R1.1	46,90
	R1.2	46,75	R1.2	44,46
$a_1b_1c_0$	R1.1	46,91	R1.1	46,65
	R1.2	45,45	R1.2	47,11
$a_1b_1c_1$	R1.1	44,54	R1.1	45,68
	R1.2	45,19	R1.2	45,54

Fuente: Mayra C Tobar J.

Elaborado por: Mayra C Tobar J.

R= Réplica

Tabla B5: Promedio de los Porcentajes de Humedad determinados en muestras de Queso Mozzarella.

Tratamientos	Humedad (%)		
	Réplica 1	Réplica 2	Promedio
$a_0b_0c_0$	50,24	51,20	50,72
$a_0b_0c_1$	49,40	48,63	49,02
$a_0b_1c_0$	49,94	48,34	49,14
$a_0b_1c_1$	49,07	51,06	50,06
$a_1b_0c_0$	48,29	46,19	47,24
$a_1b_0c_1$	46,52	45,68	46,10
$a_1b_1c_0$	46,18	46,88	46,53
$a_1b_1c_1$	44,87	45,61	45,24

Fuente: Mayra C Tobar J.

Elaborado por: Mayra C Tobar J.

Tabla B6: Porcentajes de Sólidos Totales determinados en muestras de Queso Mozzarella.

Tratamientos	SÓLIDOS TOTALES (%)			
	Réplica 1		Réplica 2	
$a_0b_0c_0$	R1.1	49,52	R1.1	51,02
	R1.2	50,00	R1.2	46,58
$a_0b_0c_1$	R1.1	49,94	R1.1	51,59
	R1.2	51,25	R1.2	51,16
$a_0b_1c_0$	R1.1	49,22	R1.1	50,54
	R1.2	50,91	R1.2	52,78
$a_0b_1c_1$	R1.1	51,20	R1.1	49,16
	R1.2	50,65	R1.2	48,73
$a_1b_0c_0$	R1.1	51,58	R1.1	54,17
	R1.2	51,85	R1.2	53,46
$a_1b_0c_1$	R1.1	53,71	R1.1	53,10
	R1.2	53,25	R1.2	55,54
$a_1b_1c_0$	R1.1	53,09	R1.1	53,35
	R1.2	54,55	R1.2	52,89
$a_1b_1c_1$	R1.1	55,46	R1.1	54,32
	R1.2	54,81	R1.2	54,46

Fuente: Mayra C Tobar J.

Elaborado por: Mayra C Tobar J.

R= Réplica

Tabla B7: Promedio de los Porcentajes de Sólidos Totales determinados en muestras de Queso Mozzarella.

Tratamientos	Sólidos Totales (%)		
	Réplica 1	Réplica 2	Promedio
$a_0b_0c_0$	49,76	48,80	49,28
$a_0b_0c_1$	50,60	51,37	50,98
$a_0b_1c_0$	50,06	51,66	50,86
$a_0b_1c_1$	50,93	48,94	49,94
$a_1b_0c_0$	51,71	53,81	52,76
$a_1b_0c_1$	53,48	54,32	53,90
$a_1b_1c_0$	53,82	53,12	53,47
$a_1b_1c_1$	55,13	54,39	54,76

Fuente: Mayra C Tobar J.

Elaborado por: Mayra C Tobar J.

Tabla B8: Porcentajes de Materia Grasa en Extracto Seco en muestras de Queso Mozzarella.

Tratamientos	Materia Grasa en Extracto Seco (%)		
	Réplica 1	Réplica 2	Promedio
$a_0b_0c_0$	46,22	49,18	47,70
$a_0b_0c_1$	41,51	42,82	42,16
$a_0b_1c_0$	46,94	42,59	44,76
$a_0b_1c_1$	45,16	42,91	44,03
$a_1b_0c_0$	46,41	42,74	44,57
$a_1b_0c_1$	43,01	38,66	40,83
$a_1b_1c_0$	42,74	37,65	40,19
$a_1b_1c_1$	39,90	44,13	42,01

Fuente: Mayra C Tobar J.

Elaborado por: Mayra C Tobar J.

Tabla B9: Porcentajes de Rendimiento determinados en muestras de Queso Mozzarella.

Tratamientos	Rendimiento (%)		
	Réplica 1	Réplica 2	Promedio
$a_0b_0c_0$	10,58	10,86	10,72
$a_0b_0c_1$	10,50	10,84	10,67
$a_0b_1c_0$	10,25	10,30	10,27
$a_0b_1c_1$	9,85	9,98	9,92
$a_1b_0c_0$	9,69	9,64	9,66
$a_1b_0c_1$	8,59	8,70	8,64
$a_1b_1c_0$	8,38	8,31	8,35
$a_1b_1c_1$	8,93	8,96	8,95

Fuente: Mayra C Tobar J.

Elaborado por: Mayra C Tobar J.

Tabla B10: Promedios de pH registrados en muestras de Queso Mozzarella.

Tratamientos	pH		
	Réplica 1	Réplica 2	Promedio
$a_0b_0c_0$	5,77	5,80	5,79
$a_0b_0c_1$	5,71	5,61	5,66
$a_0b_1c_0$	5,61	5,62	5,61
$a_0b_1c_1$	5,59	5,49	5,54
$a_1b_0c_0$	5,68	5,76	5,72
$a_1b_0c_1$	5,57	5,61	5,59
$a_1b_1c_0$	5,48	5,64	5,56
$a_1b_1c_1$	5,57	5,42	5,49

Fuente: Mayra C Tobar J.

Elaborado por: Mayra C Tobar J.

Tabla B11: Promedios de Acidez Titulable (°D) registradas en muestras de Suero Lácteo.

Tratamientos	Acidez Titulable(Grados Dornic)		
	Réplica 1	Réplica 2	Promedio
$a_0b_0c_0$	21,50	21,50	21,50
$a_0b_0c_1$	22,00	21,00	21,50
$a_0b_1c_0$	24,50	25,50	25,00
$a_0b_1c_1$	24,50	24,50	24,50
$a_1b_0c_0$	18,50	20,50	19,50
$a_1b_0c_1$	21,50	19,50	20,50
$a_1b_1c_0$	22,50	22,50	22,50
$a_1b_1c_1$	21,50	22,50	22,00

Fuente: Mayra C Tobar J.

Elaborado por: Mayra C Tobar J.

Tabla B12: Promedios de las valoraciones en muestras de Queso Mozzarella por catación para atributos: Color, Olor, Sabor, Textura, Aceptabilidad.

Tratamientos	Atributos (Valoraciones promedio)				
	Color	Olor	Sabor	Textura	Aceptabilidad
$a_0b_0c_0$	3,63	3,38	4,63	3,25	4,75
$a_0b_0c_1$	3,38	3,63	4,38	3,00	4,25
$a_0b_1c_0$	3,00	3,00	4,13	3,00	4,00
$a_0b_1c_1$	2,75	3,63	4,13	2,88	3,88
$a_1b_0c_0$	3,00	3,25	3,50	3,25	3,75
$a_1b_0c_1$	3,50	3,50	4,00	4,25	3,63
$a_1b_1c_0$	3,25	3,63	4,13	3,63	3,63
$a_1b_1c_1$	3,63	3,88	3,88	4,38	2,63
Testigo	3,00	2,75	3,38	2,88	3,00

Fuente: Mayra C Tobar J.

Elaborado por: Mayra C Tobar J.

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

DISEÑO EXPERIMENTAL 2ⁿ

$$Y_{ijkl} = \mu + A_i + B_j + C_k + (AB)_{ij} + (AC)_{ik} + (BC)_{jk} + (ABC)_{ijk} + (R)_l + \varepsilon_{ijkl}$$

Hipótesis Nula (H_0)

$$\begin{aligned} H_0: & A_i = 0 \\ H_0: & B_j = 0 \\ H_0: & C_k = 0 \\ H_0: & (AB)_{ij} = 0 \\ H_0: & (AC)_{ik} = 0 \\ H_0: & (BC)_{ji} = 0 \\ H_0: & (ABC)_{ijk} = 0 \end{aligned}$$

Hipótesis Alternativa (H_i)

$$\begin{aligned} H_i: & A_i \neq 0 \\ H_i: & B_j \neq 0 \\ H_i: & C_k \neq 0 \\ H_i: & (AB)_{ij} \neq 0 \\ H_i: & (AC)_{ik} \neq 0 \\ H_i: & (BC)_{ji} \neq 0 \\ H_i: & (ABC)_{ijk} \neq 0 \end{aligned}$$

TIEMPO DE ACIDIFICACIÓN

Tabla B13. Análisis de Varianza para el Tiempo de Acidificación de la Cuajada para la elaboración de Queso Mozzarella.

Fuente de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	Valor de F	Probabilidad
A:Factor_A	16512,30	1	16512,30	209,49	0,0000
B:Factor_B	90902,30	1	90902,30	1153,27	0,0000
C:Factor_C	650,25	1	650,25	8,25	0,0239
D:Réplicas	2,25	1	2,25	0,03	0,8706
Interacciones					
AB	3306,25	1	3306,25	41,95	0,0003
AC	56,25	1	56,25	0,71	0,4262
BC	156,25	1	156,25	1,98	0,2020
ABC	72,25	1	72,25	0,92	0,3703
Error	551,75	7	78,82		
TOTAL	112210,00	15			

Fuente: Mayra C Tobar J.

Elaborado por: Mayra C Tobar J.

A un nivel de confianza del 95% se rechaza las hipótesis nulas de los efectos de los factores A, B, C y la interacción AB; se acepta la hipótesis nula de la interacción AC, BC y ABC.

PRUEBA DE TUKEY

$$DMS_{Tukey} = q \sqrt{\frac{CME}{n}}$$

Dónde:

DMS_{Tukey} = Diferencia Mínima Significativa
 q = Valor de Amplitud Estudentizada
 CME = Cuadrado Medio del Error
 n = Número de valores promedios

$$q_{(0,05;2;7)} = 3,34 ; \quad CME = 78,821; \quad n = 8$$

$$DMS_{Tukey} = 10,484$$

Tabla B14. Medias Aritméticas de las pruebas experimentales (Prueba de Tukey) para el Factor A: Tipo de Regulador de Acidez. Análisis de Tiempo de Acidificación de la Cuajada.

		a₀	a₁
		95,5	159,75
a₀	95,5	0	64,25*
a₁	159,75		0

Fuente: Mayra C Tobar J.

Elaborado por: Mayra C Tobar J.

* = Diferencia Significativa

Tabla B15. Medias Aritméticas de las pruebas experimentales (Prueba de Tukey) para el Factor B: Acidez de la Leche. Análisis de Tiempo de Acidificación de la Cuajada.

		b₁	b₀
		52,25	203
b₁	52,25	0	150,75*
b₀	203		0

Fuente: Mayra C Tobar J.

Elaborado por: Mayra C Tobar J.

* = Diferencia Significativa

Tabla B16. Medias Aritméticas de las pruebas experimentales (Prueba de Tukey) para el Factor C: Tipo de Cuajo. Análisis de Tiempo de Acidificación de la Cuajada.

		c₁	c₀
		121,25	134
c₁	121,25	0	12,75*
c₀	134		0

Fuente: Mayra C Tobar J.

Elaborado por: Mayra C Tobar J.

* = Diferencia Significativa

$$q_{(0,05;4;7)} = 4,68; \quad CME = 78,821; \quad n = 4$$

$$DMS_{Tukey} = 20,775$$

Tabla B17. Medias Aritméticas de las pruebas experimentales (Prueba de Tukey) para la interacción entre los factores (AB): Tipo de Regulador de Acidez y Acidez de la Leche. Análisis de Tiempo de Acidificación de la Cuajada.

		a_0b_1	a_1b_1	a_0b_0	a_1b_0
		34,5	70	156,5	249,5
a_0b_1	34,5	0	35,5*	122*	215*
a_1b_1	70		0	86,5*	179,5*
a_0b_0	156,5			0	93*
a_1b_0	249,5				0

Fuente: Mayra C Tobar J.

Elaborado por: Mayra C Tobar J.

* = Diferencia Significativa

HUMEDAD

Tabla B18. Análisis de Varianza para el Porcentaje de Humedad determinadas en muestras de Queso Mozzarella.

Fuente de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	Valor de F	Probabilidad
A:Factor_A	47,8172	1	47,8172	47,54	0,0002
B:Factor_B	1,1025	1	1,1025	1,10	0,3299
C:Factor_C	2,5760	1	2,5760	2,56	0,1536
D:Réplicas	0,0529	1	0,0529	0,05	0,8252
Interacciones					
AB	47,8172	1	0,2704	0,27	0,6201
AC	1,1025	1	0,6806	0,68	0,4379
BC	2,5760	1	1,5376	1,53	0,2562
ABC	0,0529	1	1,9321	1,92	0,2083
Error	47,8172	7	1,0058		
TOTAL	1,1025	15			

Fuente: Mayra C Tobar J.

Elaborado por: Mayra C Tobar J.

A un nivel de confianza del 95% se rechaza la hipótesis nula del efecto del factor A; se acepta la hipótesis nula de los factores B, C y las interacciones AB, AC, BC y ABC.

PRUEBA DE TUKEY

$$DMS_{Tukey} = q \sqrt{\frac{CME}{n}}$$

$$q_{(0,05;2;7)} = 3,34 ; \quad CME = 1,005; \quad n = 8$$

$$DMS_{Tukey} = 1,184$$

Tabla B19. Medias Aritméticas de las pruebas experimentales (Prueba de Tukey) para el Factor A: Tipo de Regulador de Acidez. Análisis de Humedad.

		a₁	a₀
		23,14	24,87
a₁	23,14	0	1,73*
a₀	24,87		0

Fuente: Mayra C Tobar J.

Elaborado por: Mayra C Tobar J.

* = Diferencia Significativa

MATERIA GRASA

Tabla B20. Análisis de Varianza para el Porcentaje de Materia Grasa determinado en muestras de Queso Mozzarella.

Fuente de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	Valor de F	Probabilidad
A:Factor_A	0,015625	1	0,015625	0,01	0,9242
B:Factor_B	0,390625	1	0,390625	0,24	0,6369
C:Factor_C	1,890630	1	1,890630	1,18	0,3137
D:Réplicas	1,890630	1	1,890630	1,18	0,3137
Interacciones					
AB	0,140625	1	0,140625	0,09	0,7758
AC	1,890630	1	1,890630	1,18	0,3137
BC	4,515630	1	4,515630	2,81	0,1374
ABC	0,765625	1	0,765625	0,48	0,5120
Error	11,234400	7	1,604910		
TOTAL	22,734400	15			

Fuente: Mayra C Tobar J.

Elaborado por: Mayra C Tobar J.

A un nivel de confianza del 95% se acepta la hipótesis nula del efecto de los factores A, B; C; de igual forma del efecto combinado de los mismos.

MATERIA GRASA EN EXTRACTO SECO

Tabla B21. Análisis de Varianza para el Porcentaje de Materia Grasa en Extracto Seco determinado en muestras de Queso Mozzarella.

Fuente de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	Valor de F	Probabilidad
A:Factor_A	30,49800	1	30,49800	4,50	0,0717
B:Factor_B	4,54756	1	4,54756	0,67	0,4398
C:Factor_C	16,74860	1	16,74860	2,47	0,1601
D:Réplicas	7,85401	1	7,85401	1,16	0,3175
Interacciones					
AB	1,13956	1	1,13956	0,17	0,6941
AC	4,71976	1	4,71976	0,70	0,4317
BC	26,85830	1	26,85830	3,96	0,0869
ABC	0,14250	1	0,14250	0,02	0,8888
Error	47,47350	7	6,78193		
TOTAL	139,98200	15			

Fuente: Mayra C Tobar J.

Elaborado por: Mayra C Tobar J.

A un nivel de confianza del 95% se acepta la hipótesis nula del efecto de los factores A, B; C; de igual forma del efecto combinado de los mismos.

DISEÑO EXPERIMENTAL DE BLOQUES INCOMPLETOS

$$Y_{ij} = \mu + T_i + B_j + E_{ij}$$

PRUEBAS DE ANÁLISIS SENSORIAL

Hipótesis Nula (H_0)

$$H_0: T_1 = T_2 = T_3 = T_4 = T_5 = T_6 = T_7 = T_8 = T_9 = 0$$

Hipótesis Alternativa (H_i)

$$H_i: T_1 \neq T_2 \neq T_3 \neq T_4 \neq T_5 \neq T_6 \neq T_7 \neq T_8 \neq T_9 \neq 0$$

COLOR

Tabla B22. Análisis de Varianza para el Atributo Color.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Razón de Varianza	Valor de F Tablas
Tratamientos	8	6,6670	0,833	1,687	2,29
Catadores	35	26,486	0,757	1,532	1,84
Error	28	13,833	0,494		
Total	71	46,986			

Fuente: Mayra C Tobar J.

Elaborado por: Mayra C Tobar J.

A un nivel de confianza del 95% se acepta las hipótesis nulas de los efectos de los tratamientos y de los catadores.

OLOR

Tabla B23. Análisis de Varianza para el Atributo Olor.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Razón de Varianza	Valor de F Tablas
Tratamientos	8	8,000	1,000	2,947*	2,29
Catadores	35	41,819	1,195	3,522*	1,84
Error	28	9,500	0,339		
Total	71	59,319			

Fuente: Mayra C Tobar J.

Elaborado por: Mayra C Tobar J.

* = Diferencia Significativa

A un nivel de confianza del 95% se rechaza la hipótesis nula de los efectos de los tratamientos y catadores, se acepta la hipótesis alternativa.

PRUEBA DE TUKEY

$$DMS_{Tukey} = q \sqrt{\frac{CME}{n}}$$

Dónde:

DMS_{Tukey} = Diferencia Mínima Significativa
 q = Valor de Amplitud Estudentizada
 CME = Cuadrado Medio del Error
 n = Número de valores promedios

$$q_{(0,05;9;28)} = 4,75 ; \quad CME = 0,33928; \quad n = 8$$

$$DMS_{Tukey} = 0,9782$$

Tabla B24. Medias Aritméticas de las pruebas sensoriales (Prueba de Tukey) para el Atributo Olor.

		Testigo	$a_0b_1c_0$	$a_1b_0c_0$	$a_0b_0c_0$	$a_1b_0c_1$	$a_1b_1c_0$	$a_0b_1c_1$	$a_0b_0c_1$	$a_1b_1c_1$
		2,75	3,00	3,25	3,38	3,50	3,63	3,63	3,63	3,88
Testigo	2,75	0	0,25	0,50	0,63	0,75	0,88	0,88	0,88	1,13*
$a_0b_1c_0$	3,00		0	0,25	0,38	0,50	0,63	0,63	0,63	0,88
$a_1b_0c_0$	3,25			0	0,13	0,25	0,38	0,38	0,38	0,63
$a_0b_0c_0$	3,38				0	0,13	0,25	0,25	0,25	0,50
$a_1b_0c_1$	3,50					0	0,13	0,13	0,13	0,38
$a_1b_1c_0$	3,63						0	0,00	0,00	0,25
$a_0b_1c_1$	3,63							0	0,00	0,25
$a_0b_0c_1$	3,63								0	0,25
$a_1b_1c_1$	3,88									0
			a	a	a	a	a	a	a	a
		b	b	b	b	b	b	b	b	

Fuente: Mayra C Tobar J.

Elaborado por: Mayra C Tobar J.

* = Diferencia Significativa

SABOR

Tabla B25. Análisis de Varianza para el Atributo Sabor.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Razón de Varianza	Valor de F Tablas
Tratamientos	8	5,778	0,722	2,318*	2,29
Catadores	35	28,486	0,814	2,613*	1,84
Error	28	8,722	0,312		
Total	71	42,986			

Fuente: Mayra C Tobar J.

Elaborado por: Mayra C Tobar J.

* = Diferencia Significativa

A un nivel de confianza del 95% se rechaza la hipótesis nula de los efectos de los tratamientos y catadores, se acepta la hipótesis alternativa.

PRUEBA DE TUKEY

$$q_{(0,05;9;28)} = 4,75 ; \quad CME = 0,312; \quad n = 8$$
$$DMS_{Tukey} = 0,9373$$

Tabla B26. Medias Aritméticas de las pruebas sensoriales (Prueba de Tukey) para el Atributo Sabor.

		Testigo	$a_1b_0c_0$	$a_1b_1c_1$	$a_1b_0c_1$	$a_1b_1c_0$	$a_0b_1c_1$	$a_0b_1c_0$	$a_0b_0c_1$	$a_0b_0c_0$
		3,38	3,50	3,88	4,00	4,13	4,13	4,13	4,38	4,63
Testigo	3,38	0	0,13	0,50	0,63	0,75	0,75	0,75	1,00*	1,25*
$a_1b_0c_0$	3,50		0	0,38	0,50	0,63	0,63	0,63	0,88	1,13*
$a_1b_1c_1$	3,88			0	0,13	0,25	0,25	0,25	0,50	0,75
$a_1b_0c_1$	4,00				0	0,13	0,13	0,13	0,38	0,63
$a_1b_1c_0$	4,13					0	0,00	0,00	0,25	0,50
$a_0b_1c_1$	4,13						0	0,00	0,25	0,50
$a_0b_1c_0$	4,13							0	0,25	0,50
$a_0b_0c_1$	4,38								0	0,25
$a_0b_0c_0$	4,63									0
				a	a	a	a	a	a	a
			b	b	b	b	b	b	b	
		c	c	c	c	c	c	c		

Fuente: Mayra C Tobar J.

Elaborado por: Mayra C Tobar J.

* = Diferencia Significativa

TEXTURA

Tabla B27. Análisis de Varianza para el Atributo Sabor.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Razón de Varianza	Valor de F Tablas
Tratamientos	8	16,444	2,055	5,452*	2,29
Catadores	35	26,111	0,746	1,978*	1,84
Error	28	10,555	0,377		
Total	71	53,111			

Fuente: Mayra C Tobar J.

Elaborado por: Mayra C Tobar J.

* = Diferencia Significativa

A un nivel de confianza del 95% se rechaza la hipótesis nula de los efectos de los tratamientos y catadores, se acepta la hipótesis alternativa.

PRUEBA DE TUKEY

$$q_{(0,05;9;28)} = 4,75 ; \quad CME = 0,3770; \quad n = 8$$

$$DMS_{Tukey} = 1,0311$$

Tabla B28. Medias Aritméticas de las pruebas sensoriales (Prueba de Tukey) para el Atributo Textura.

		Testigo	$a_0b_1c_1$	$a_0b_1c_0$	$a_0b_0c_1$	$a_0b_0c_0$	$a_1b_0c_0$	$a_1b_1c_0$	$a_1b_0c_1$	$a_1b_1c_1$
		2,88	2,88	3,00	3,00	3,25	3,25	3,63	4,25	4,38
Testigo	2,88	0	0,00	0,13	0,13	0,38	0,38	0,75	1,38*	1,50*
$a_0b_1c_1$	2,88		0	0,13	0,13	0,38	0,38	0,75	1,38*	1,50*
$a_0b_1c_0$	3,00			0	0,00	0,25	0,25	0,63	1,25*	1,38*
$a_0b_0c_1$	3,00				0	0,25	0,25	0,63	1,25*	1,38*
$a_0b_0c_0$	3,25					0	0,00	0,38	1,00	1,13*
$a_1b_0c_0$	3,25						0	0,38	1,00	1,13*
$a_1b_1c_0$	3,63							0	0,63	0,75
$a_1b_0c_1$	4,25								0	0,13
$a_1b_1c_1$	4,38									0
								a	a	a
						b	b	b	b	
					c	c	c	c		
				d	d	d	d	d		
		e	e	e	e	e	e	e		

Fuente: Mayra C Tobar J.

Elaborado por: Mayra C Tobar J.

* = Diferencia Significativa

ACEPTABILIDAD

Tabla B29.Análisis de Varianza para el Atributo Aceptabilidad.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Razón de Varianza	Valor de F Tablas
Tratamientos	8	23,556	2,944	6,132*	2,290
Catadores	35	21,444	0,613	1,2760	1,840
Error	28	13,444	0,480		
Total	71	58,444			

Fuente: Mayra C Tobar J.

Elaborado por: Mayra C Tobar J.

* = Diferencia Significativa

A un nivel de confianza del 95% se rechaza la hipótesis nula de los efectos de los tratamientos, se acepta la hipótesis alternativa de los tratamientos y se acepta la hipótesis nula del efecto de los catadores.

PRUEBA DE TUKEY

$$q_{(0,05;9;28)} = 4,75 ; \quad CME = 0,48016; \quad n = 8$$

$$DMS_{Tukey} = 1,164$$

Tabla B30.Medias Aritméticas de las pruebas sensoriales (Prueba de Tukey) para el Atributo Aceptabilidad.

		$a_1b_1c_1$ 2,63	Testigo 3,00	$a_1b_1c_0$ 3,63	$a_1b_0c_1$ 3,63	$a_1b_0c_0$ 3,75	$a_0b_1c_1$ 3,88	$a_0b_1c_0$ 4,00	$a_0b_0c_1$ 4,25	$a_0b_0c_0$ 4,75
$a_1b_1c_1$	2,63	0	0,38	1,00	1,00	1,13	1,25*	1,38*	1,63*	2,13*
Testigo	3,00		0	0,63	0,63	0,75	0,88	1,00	1,25*	1,75*
$a_1b_1c_0$	3,63			0	0,00	0,13	0,25	0,38	0,63	1,13
$a_1b_0c_1$	3,63				0	0,13	0,25	0,38	0,63	1,13
$a_1b_0c_0$	3,75					0	0,13	0,25	0,50	1,00
$a_0b_1c_1$	3,88						0	0,13	0,38	0,88
$a_0b_1c_0$	4,00							0	0,25	0,75
$a_0b_0c_1$	4,25								0	0,50
$a_0b_0c_0$	4,75									0
				a	a	a	a	a	a	a
			b	b	b	b	b	b	b	
		c	c	c	c	c				

Fuente: Mayra C Tobar J.

Elaborado por: Mayra C Tobar J.

* = Diferencia Significativa

ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS

Tabla B31. Resultados Microbiológicos realizados al mejor tratamiento $a_0b_0c_0$ (Ácido Cítrico, 28°D, Chremilk).

Microorganismo	Unidad	Dilución 10^{-1}	Dilución 10^{-2}
<i>E. coli</i> /Coliformes	ufc/g	Ausencia	Ausencia
Mohos y levaduras	ufc/g	Ausencia	Ausencia

Fuente: UOITA

Elaborado por: Mayra C Tobar J.

Tabla B32. Variación de los resultados microbiológicos del recuento de *Coliformes totales* (ufc/g) de Queso Mozzarella durante el período de almacenamiento en refrigeración para determinación de vida útil.

Tratamiento $a_0b_0c_0$: (Ácido Cítrico, 28°D, Chremilk).

Tiempo de Almacenamiento	Concentración (ufc/g)		Promedio
	R1	R2	
0 días	Ausencia	Ausencia	Ausencia
7 días	$8 \cdot 10^1$	$12 \cdot 10^1$	$10 \cdot 10^1$
14 días	$30 \cdot 10^1$	$35 \cdot 10^1$	$32,5 \cdot 10^1$
21 días	$50 \cdot 10^1$	$60 \cdot 10^1$	$55 \cdot 10^1$
28 días	$82 \cdot 10^1$	$88 \cdot 10^1$	$85 \cdot 10^1$
35 días	$13 \cdot 10^2$	$14 \cdot 10^2$	$13,5 \cdot 10^2$

Fuente: UOITA

Elaborado por: Mayra C Tobar J.

Tabla B33. Variación de los resultados microbiológicos del recuento de *Mohos y Levaduras (colonias/g)* de Queso Mozzarella durante el período de almacenamiento en refrigeración.

Tratamiento $a_0b_0c_0$: (Ácido Cítrico, 28°D, Chremilk).

Tiempo de Almacenamiento	Concentración <i>colonias/g</i>		Promedio
	R1	R2	
0 días	Ausencia	Ausencia	Ausencia
7 días	Ausencia	Ausencia	Ausencia
14 días	$2 \cdot 10^1$	$4 \cdot 10^1$	$3 \cdot 10^1$
21 días	$11 \cdot 10^1$	$13 \cdot 10^1$	$12 \cdot 10^1$
28 días	$6 \cdot 10^2$	$8 \cdot 10^2$	$7 \cdot 10^2$
35 días	$4 \cdot 10^3$	$6 \cdot 10^3$	$5 \cdot 10^3$

Fuente: UOITA

Elaborado por: Mayra C Tobar J.

R= Réplica

Tabla B34. Logritmo Natural de la Concentración de *Coliformes totales* en el Queso Mozzarella durante el período de almacenamiento en refrigeración para determinación de vida útil.

Tratamiento $a_0b_0c_0$: (Ácido Cítrico, 28°D, Chremilk).

Tiempo de Almacenamiento		Concentración(<i>ufc/g</i>)	Ln (<i>ufc/g</i>)
Días	Segundos		
7	604800	$10 \cdot 10^1$	4,60517019
14	1209600	$32,5 \cdot 10^1$	5,78382518
21	1814400	$55 \cdot 10^1$	6,30991828
28	2419200	$85 \cdot 10^1$	6,74523635
35	3024000	$13,5 \cdot 10^2$	7,20785987

Fuente: Mayra C Tobar J.

Elaborado por: Mayra C Tobar J.

Tabla B35. Requisitos Microbiológicos para el Queso Mozzarella.

Fuente Bibliográfica	Microorganismo	Unidad	Máximo
Revista Amazónica de Investigación Alimentaria	<i>Coliformes totales</i>	<i>(ufc/g)</i>	$10^2 - 10^3$
	<i>E. Coli</i>	<i>(ufc/g)</i>	$10 - 10^2$
Norma INEN 1528	<i>Mohos y Levaduras</i>	<i>(Colinas/g)</i>	50000

Fuente: Revista Amazónica de Investigación Alimentaria, Norma INEN 1528.

Elaborado por: Mayra C Tobar J.

ANÁLISIS DE COSTOS

Tabla B36. Materiales Directos e Indirectos.

Materiales	Unidad	Cantidad	Precio Unitario (\$)	Precio Total (\$)
Leche	lt	20,0000	0,35	7,00
Cloruro de Calcio	kg	0,0040	0,55	0,00
Sal Común	kg	0,1700	0,40	0,07
Sal en Grano	kg	1,0000	0,15	0,15
Cuajo	oz	0,2000	1,00	0,20
Ácido Cítrico	kg	0,0015	3,50	0,01
Fundas Polietileno	--	4,0000	0,06	0,24
Reactivos	kg	0,0020	75,00	0,15
			TOTAL (\$)	7,82

Fuente:Mayra C Tobar J.

Elaborado por:Mayra C Tobar J.

Tabla B37. Equipos y Utensilios.

Equipo	Costo (\$)	Vida Útil (años)	Costo Anual (\$)	Costo Día (\$)	Costo Hora (\$)	Horas Uso (h)	Costo Uso (\$)
Mesa de Acero Inoxidable	80,00	5,00	16,00	0,06	0,01	1,50	0,01
Potenciómetro	370,00	10,00	37,00	0,14	0,02	0,20	0,00
Refrigeradora	400,00	10,00	40,00	0,15	0,02	24,00	0,45
Balanza Digital	250,00	10,00	25,00	0,09	0,01	0,20	0,00
Cocina Industrial doble quemador	65,00	10,00	6,50	0,02	0,00	2,00	0,01
Selladora Manual	45,00	5,00	9,00	0,03	0,00	0,16	0,00
Lactodensímetro	20,00	10,00	2,00	0,01	0,00	0,20	0,00
Acidómetro	70,00	10,00	7,00	0,03	0,00	0,15	0,00
Centrífuga	200,00	10,00	20,00	0,08	0,01	0,50	0,01
Butirómetros	15,00	5,00	3,00	0,01	0,00	1,00	0,00
Termómetros	17,00	5,00	3,40	0,01	0,00	1,00	0,00
Utensilios	39,00	5,00	7,80	0,03	0,00	0,50	0,00
Material de vidrio	27,00	5,00	5,40	0,02	0,00	0,25	0,00
Equipo Auxiliar	8,61	5,00	1,72	0,01	0,00	0,33	0,00
						TOTAL (\$)	0,49

Fuente:Mayra C Tobar J.

Elaborado por:Mayra C Tobar J.

Tabla B38. Suministros.

Servicio	Unidad	Consumo	Valor Unitario (\$)	Valor Total (\$)
Agua	m3	0,01	0,03	0,00
Luz	kw-h	1,50	0,13	0,20
Gas	kg	0,25	0,60	0,15
			TOTAL (\$)	0,35

Fuente:Mayra C Tobar J.

Elaborado por:Mayra C Tobar J.

Tabla B39. Personal.

Personas	Sueldo (\$)	Costo Día (\$)	Costo Hora (\$)	Horas Empleadas (h)	Total (\$)
Obrero	292	14,6	1,825	3	5,48
TOTAL (\$)					5,48

Fuente:Mayra C Tobar J.

Elaborado por:Mayra C Tobar J.

Tabla B40. Inversión estimada para el procesamiento de Queso Mozzarella.

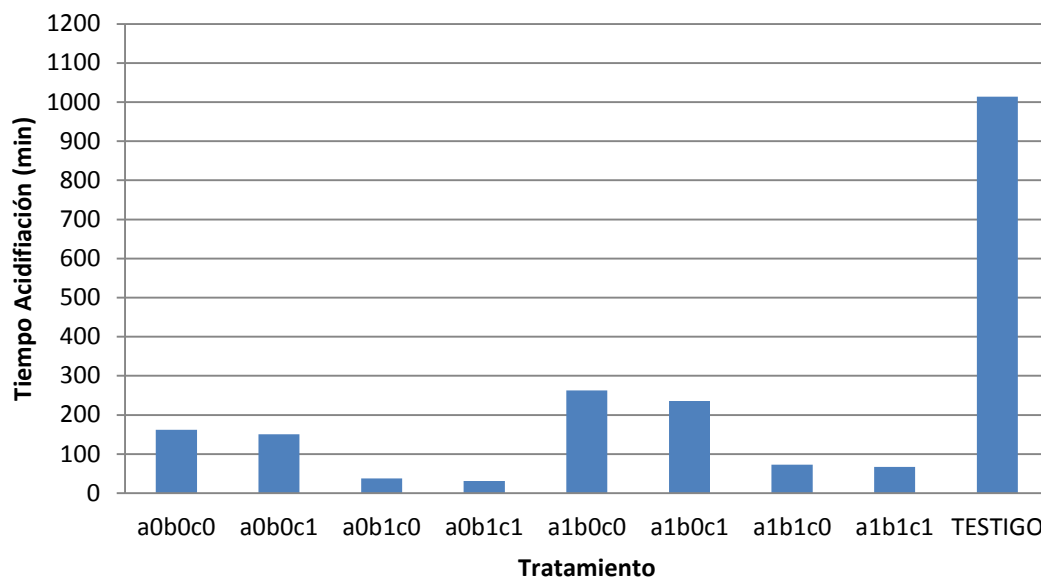
Capital de Trabajo	Valor (\$)
Materiales Directos e Indirectos	7,82
Equipos y Utensilios	0,49
Suministros	0,35
Personal	5,48
TOTAL	14,12
Capacidad de Producción por parada (Kg)	2,14
COSTO UNITARIO POR 1 kg	6,60
Utilidad 20%	1,32
PRECIO DE VENTA POR 1 Kg	7,92
PRECIO DE VENTA POR 500 g	3,96

Fuente:Mayra C Tobar J.

Elaborado por:Mayra C Tobar J.

ANEXO C

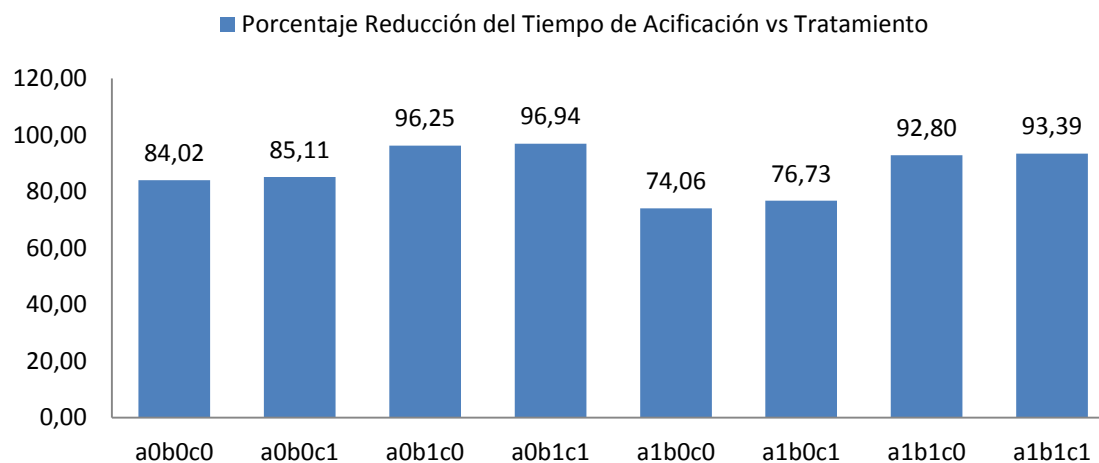
Gráfico C1. Tiempo de Acidificación de la Cuajada (min) en los distintos tratamientos, empleando reguladores de acidez: Cítrico y Láctico, acidez de la leche: 28 y 32°D y tipo de cuajo: Chremilk y Marshall.



Fuente: Mayra C Tobar J.

Elaborado por: Mayra C Tobar J.

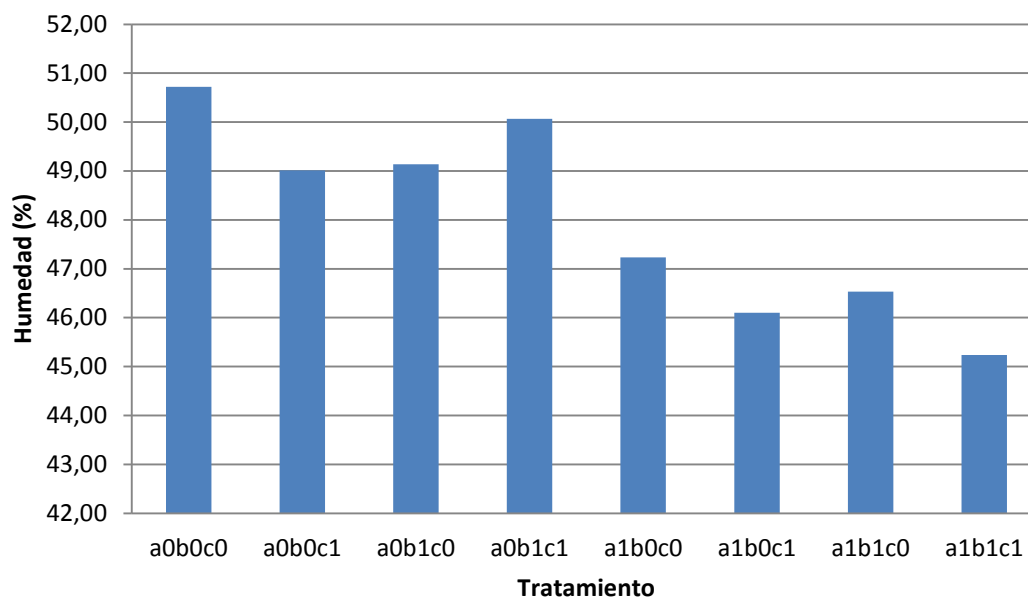
Gráfico C2. Porcentajes de Reducción del Tiempo de Acidificación de la Cuajada (%) en los distintos tratamientos, empleando reguladores de acidez: Cítrico y Láctico, acidez de la leche: 28 y 32°D y tipo de cuajo: Chremilk y Marshall.



Fuente: Mayra C Tobar J.

Elaborado por: Mayra C Tobar J.

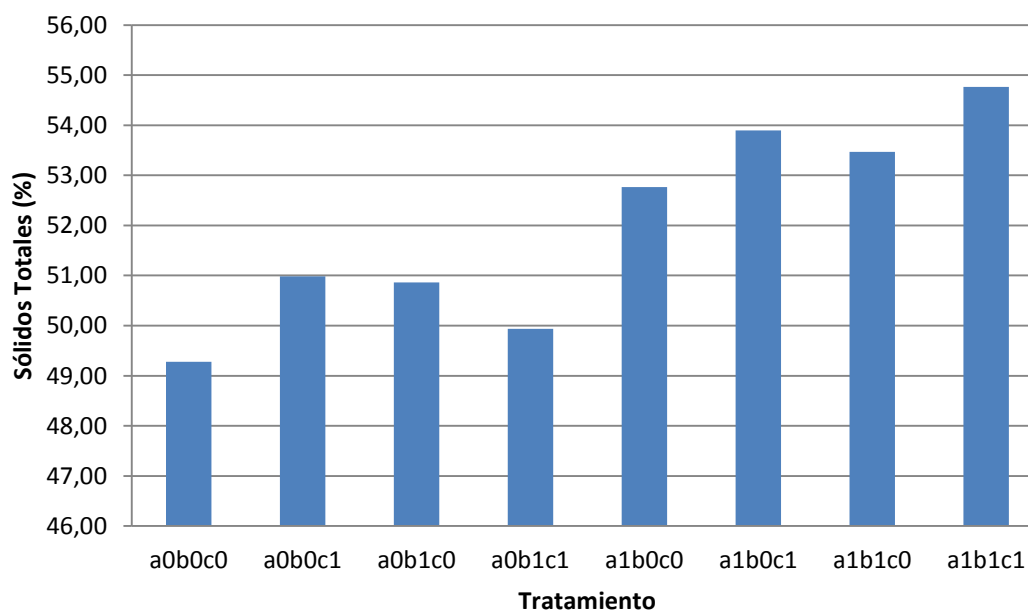
Gráfico C3. Porcentaje de Humedad en las muestras de Queso Mozzarella.



Fuente: Mayra C Tobar J.

Elaborado por: Mayra C Tobar J.

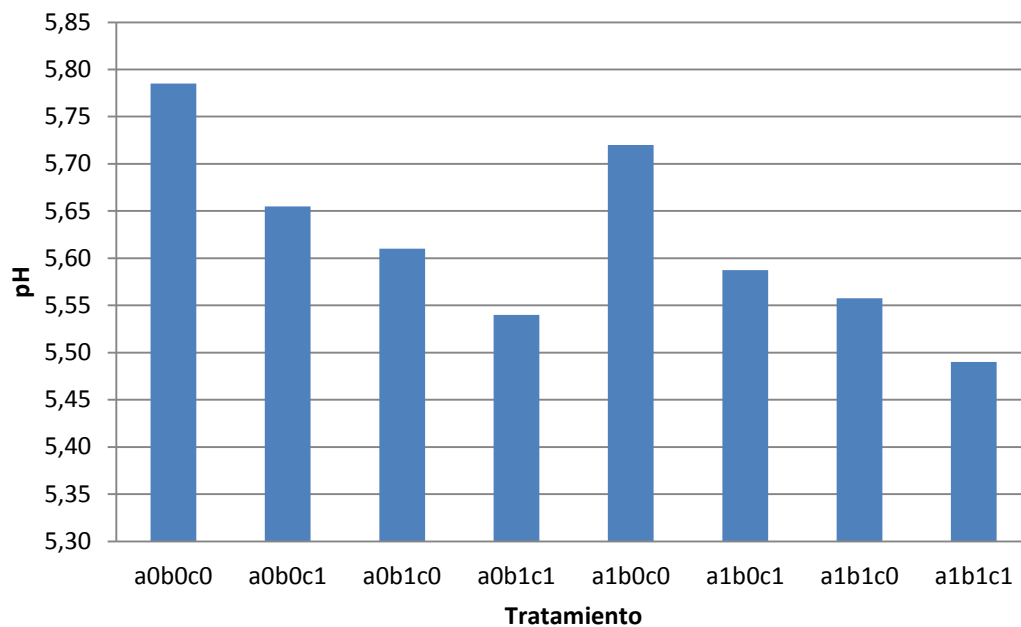
Gráfico C4. Porcentaje de Sólidos Totales en las muestras de Queso Mozzarella.



Fuente: Mayra C Tobar J.

Elaborado por: Mayra C Tobar J.

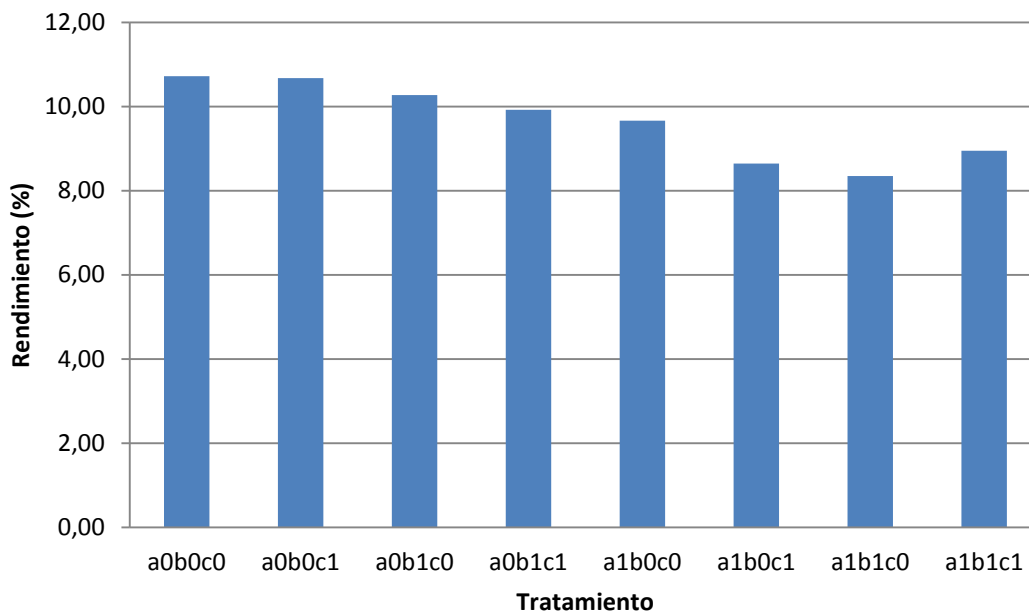
Gráfico C5.Variación de pH en las muestras de Queso Mozzarella.



Fuente: Mayra C Tobar J.

Elaborado por: Mayra C Tobar J.

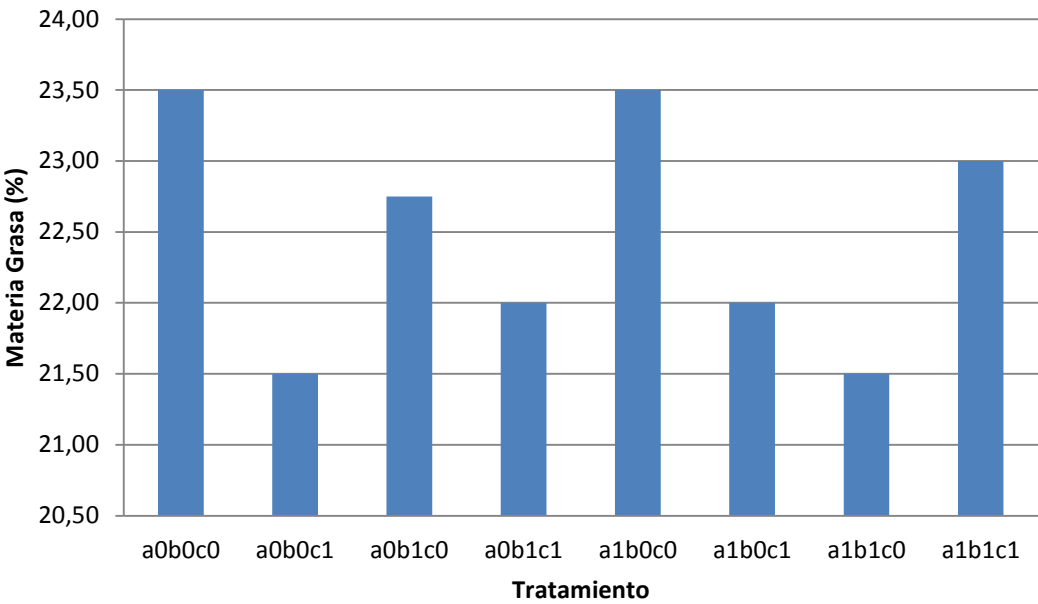
Gráfico C6.Variación del Porcentaje de Rendimiento en las muestras de Queso Mozzarella.



Fuente: Mayra C Tobar J.

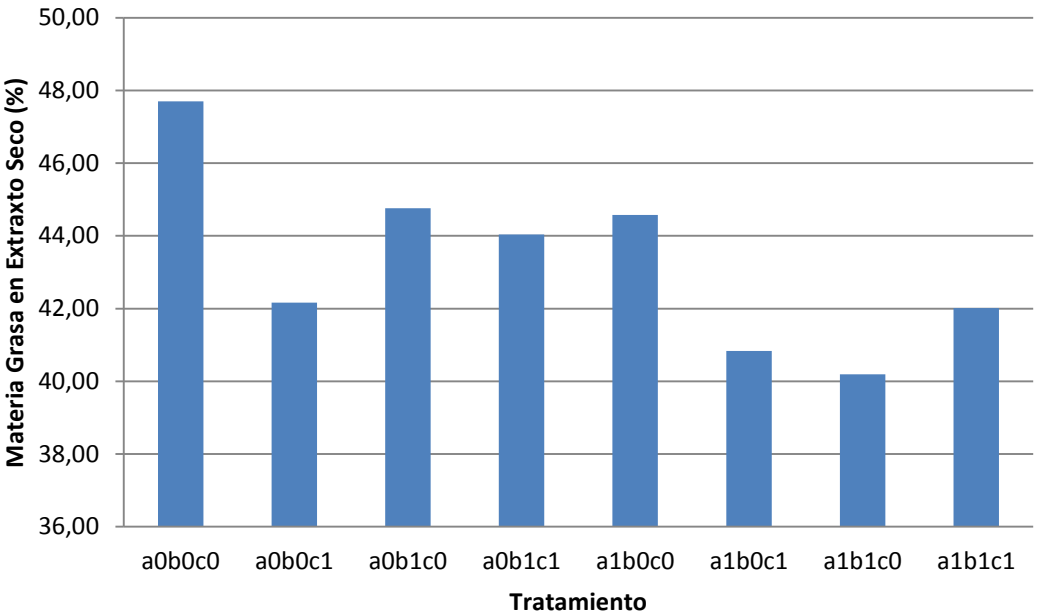
Elaborado por: Mayra C Tobar J.

Gráfico C7.Variación del Porcentaje de Materia Grasa en muestras de Queso Mozzarella.



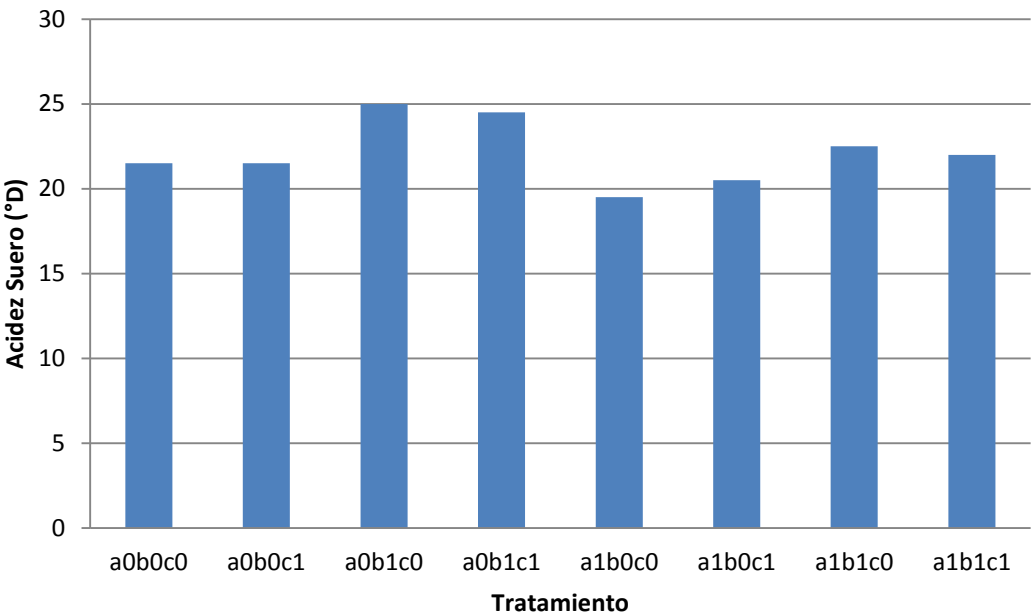
Fuente: Mayra C Tobar J.
Elaborado por: Mayra C Tobar J.

Gráfico C8.Variación del Porcentaje de Materia Grasa en Extracto Seco en muestras de Queso Mozzarella.



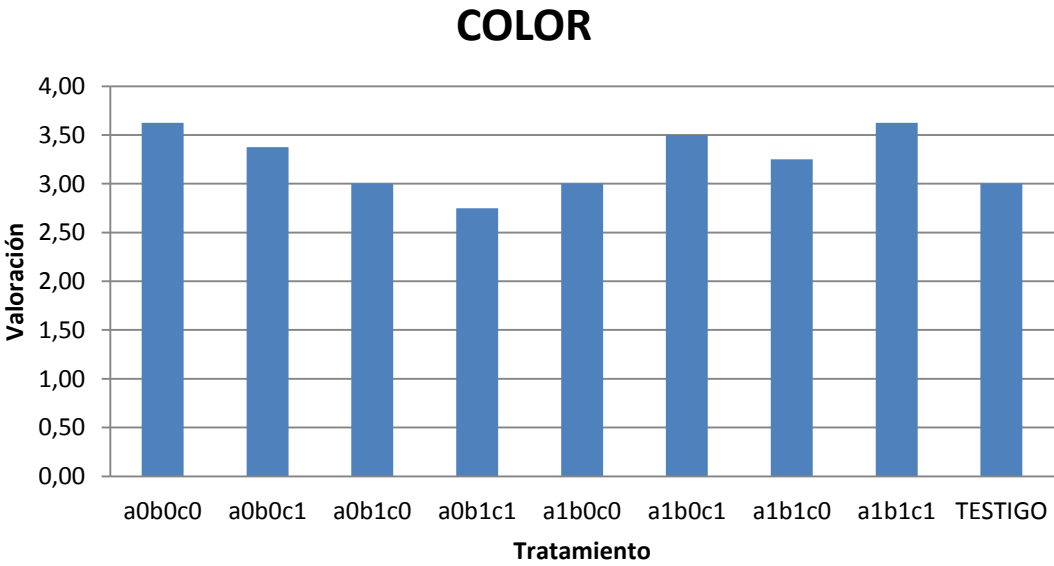
Fuente: Mayra C Tobar J.
Elaborado por: Mayra C Tobar J.

Gráfico C9.Variación de la Acidez Titulable (°D) en muestras de suero de leche.



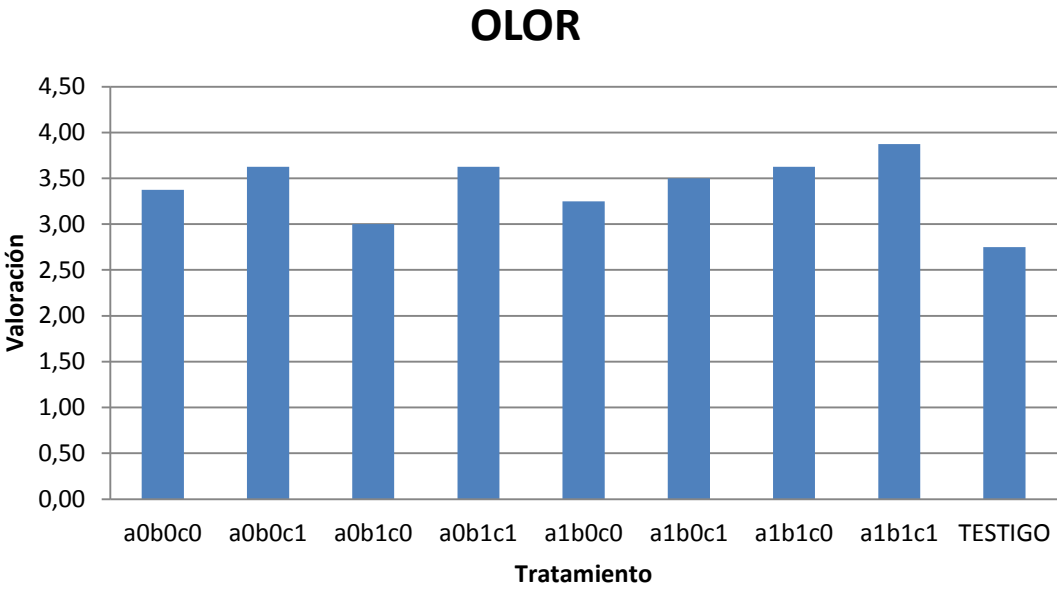
Fuente: Mayra C Tobar J.
Elaborado por: Mayra C Tobar J.

Gráfico C10.Promedio de las valoraciones de Queso Mozzarella por catación: Atributo Color.



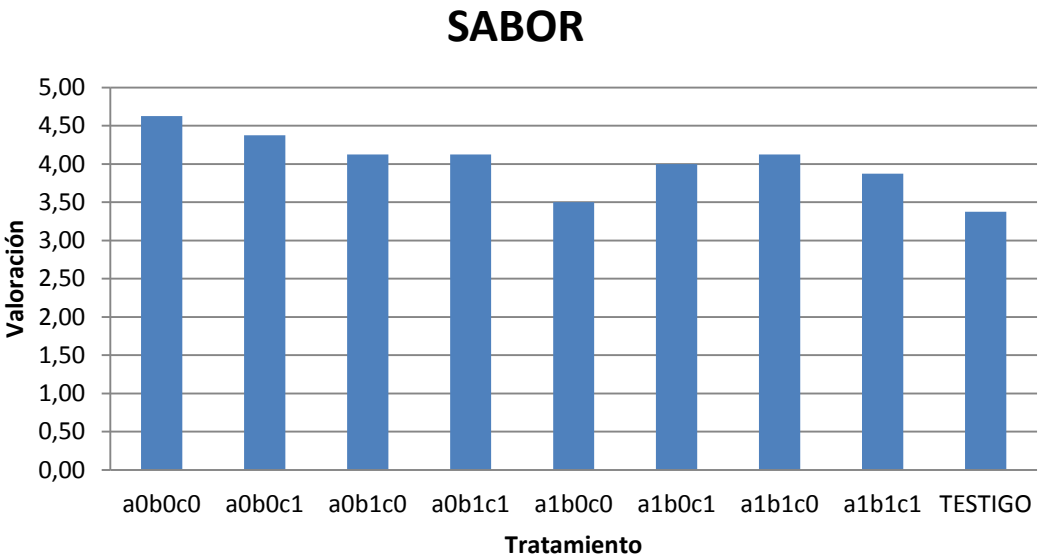
Fuente: Mayra C Tobar J.
Elaborado por: Mayra C Tobar J.

Gráfico C11. Promedio de las valoraciones de Queso Mozzarella por catación: Atributo Olor.



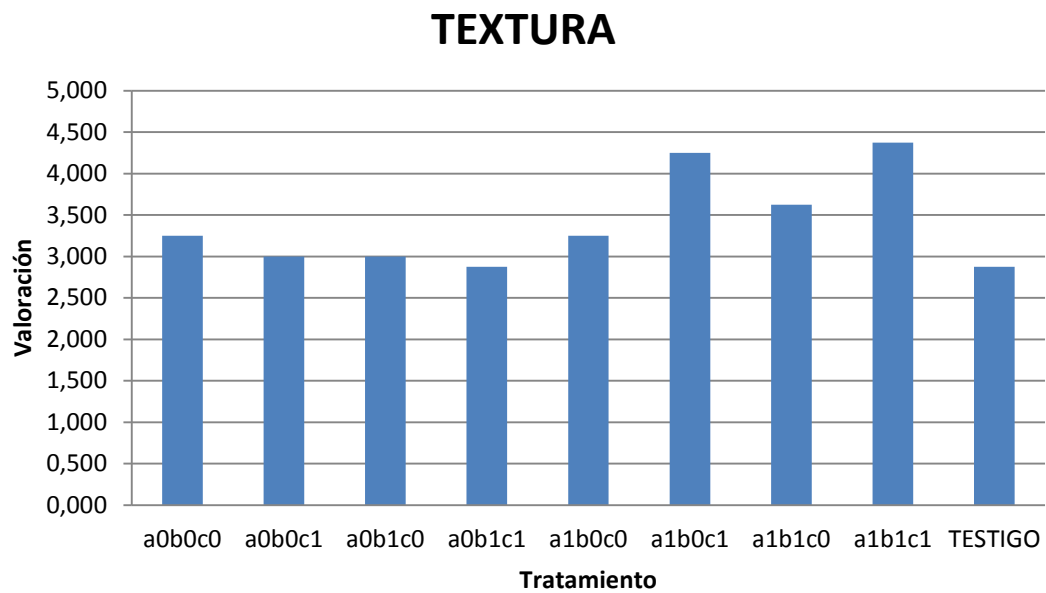
Fuente: Mayra C Tobar J.
Elaborado por: Mayra C Tobar J.

Gráfico C12. Promedio de las valoraciones de Queso Mozzarella por catación: Atributo Sabor.



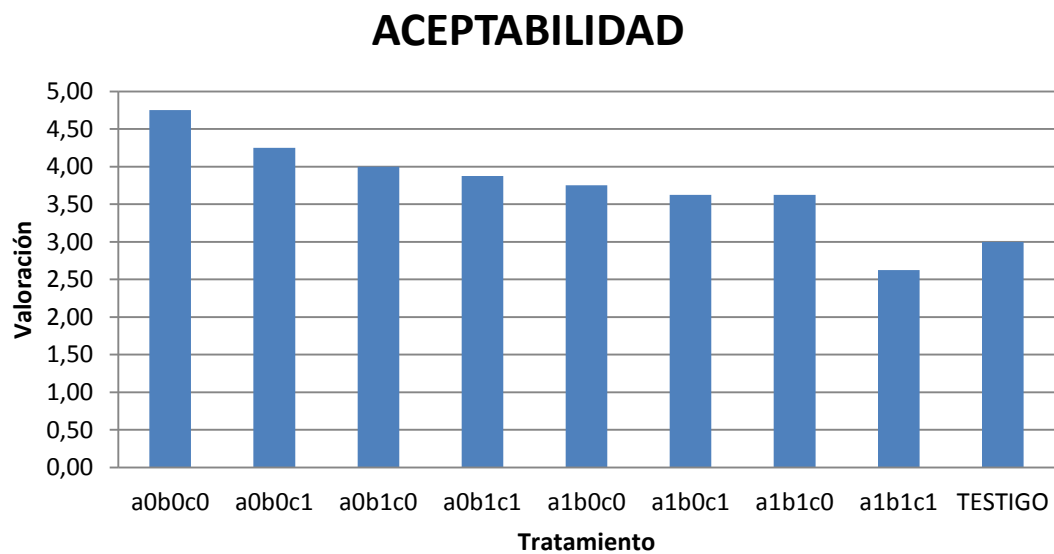
Fuente: Mayra C Tobar J.
Elaborado por: Mayra C Tobar J.

Gráfico C13.Promedio de las valoraciones de Queso Mozzarella por catación: Atributo Textura.



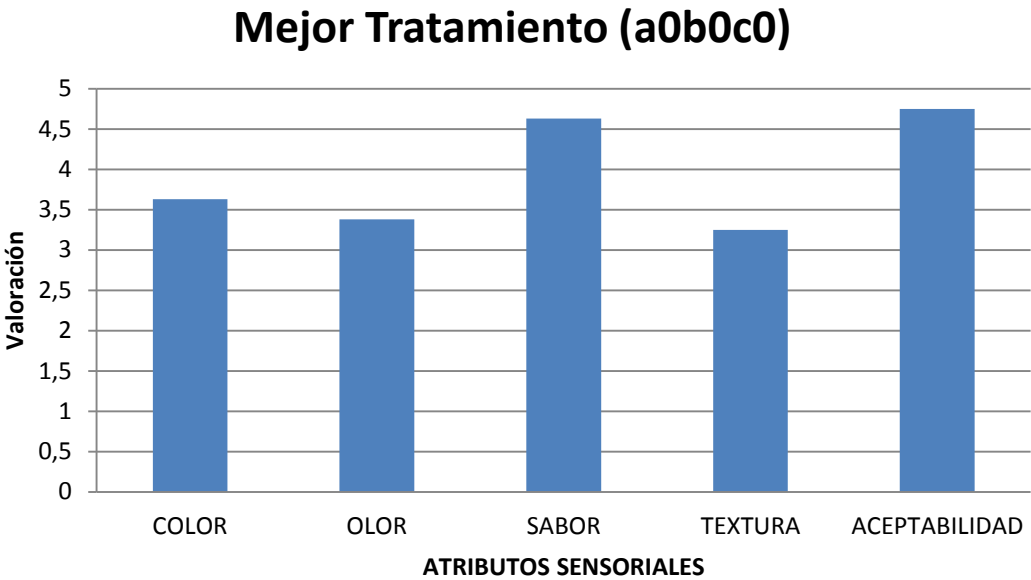
Fuente: Mayra C Tobar J.
Elaborado por: Mayra C Tobar J.

Gráfico C14.Promedio de las valoraciones de Queso Mozzarella por catación: Atributo Aceptabilidad.



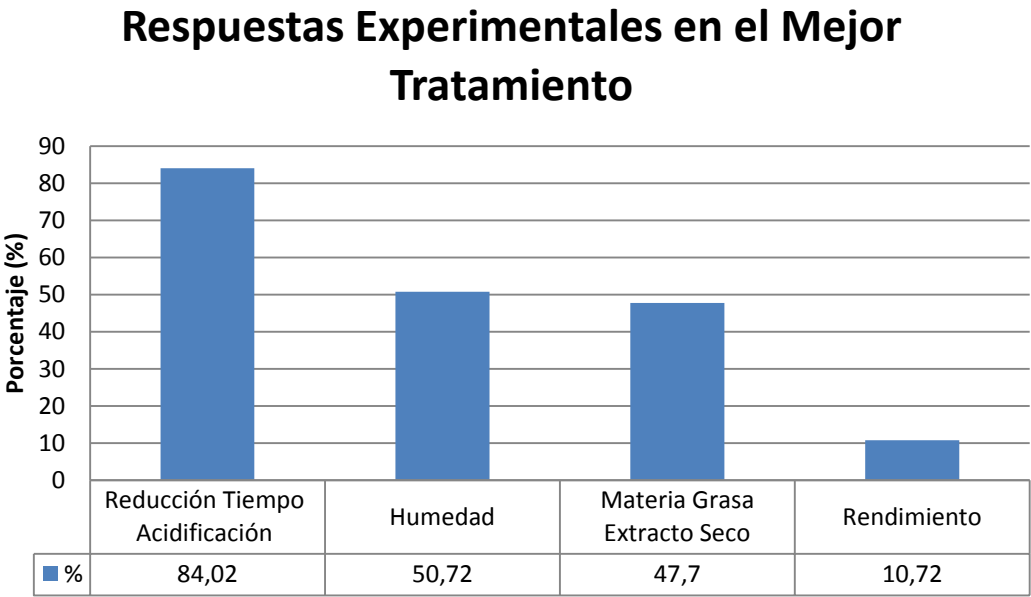
Fuente: Mayra C Tobar J.
Elaborado por: Mayra C Tobar J.

Gráfico C15.Promedio de las valoraciones del Mejor Tratamiento de Queso Mozzarella por catación: Atributos, Color, Olor, Sabor, Textura, Aceptabilidad.



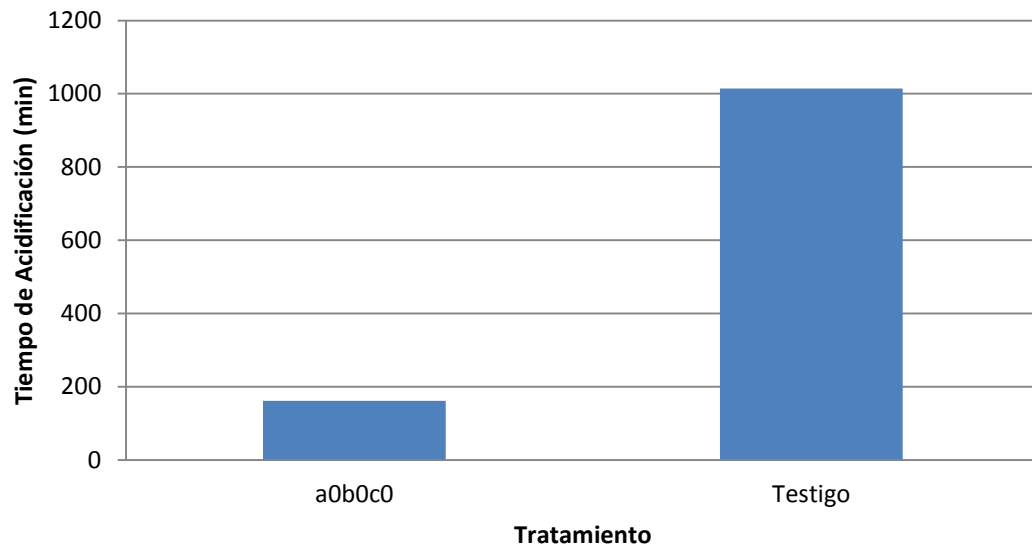
Fuente: Mayra C Tobar J.
Elaborado por: Mayra C Tobar J.

Gráfico C16.Resultados de las Respuestas Experimentales: Reducción del Tiempo de Acidificación, Humedad, Materia Grasa en el Extracto Seco y Rendimiento; determinadas en el Mejor Tratamiento.



Fuente: Mayra C Tobar J.
Elaborado por: Mayra C Tobar J.

Gráfico C17. Comparación del Tiempo de Acidificación de la Cuajada del Mejor Tratamiento $a_0b_0c_0$ (Ácido Cítrico, 28°D, Chremilk), respecto del Tratamiento Testigo.



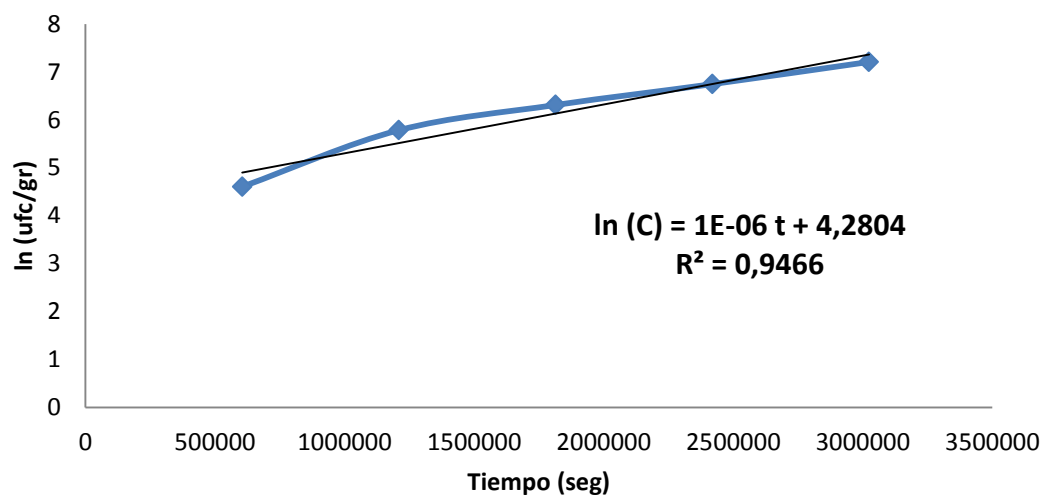
Fuente: Mayra C Tobar J.

Elaborado por: Mayra C Tobar J.

Gráfico C18. Logaritmo Natural de la Concentración de *Coliformes totales* en el Queso Mozzarella durante el Tiempo de Almacenamiento para determinación de vida útil.

Tratamiento $a_0b_0c_0$: (Ácido Cítrico, 28°D, Chremilk).

ln (ufc/gr) vs Tiempo (seg)



Fuente: Mayra C Tobar J.

Elaborado por: Mayra C Tobar J.

ANEXO D

FOTOS

ANÁLISIS MATERIA PRIMA



Fotografía D1. Determinación de Densidad Relativa en Leche Cruda



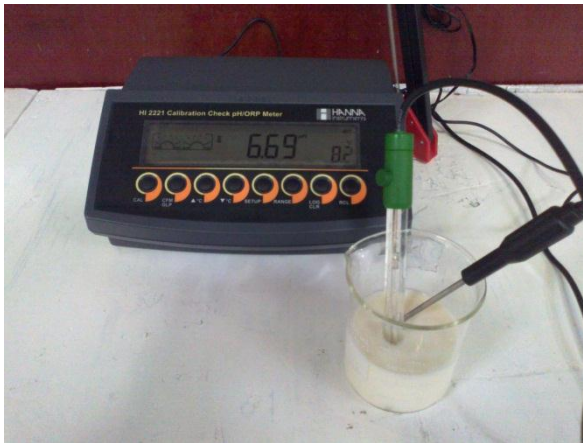
Fotografía D2. Determinación de Acidez Titulable en Leche Cruda



Fotografía D3. Determinación de Materia Grasa en Leche Cruda



Fotografía D4. Lectura de Materia Grasa en Leche Cruda



Fotografía D5. Determinación de pH en Leche Cruda



Fotografía D6. Determinación de proteína y sólidos no grasos en Leche Cruda



Fotografía D7. Materiales para Ensayo de Reductasas en Leche Cruda



Fotografía D8. Ensayo de Reductasas en Leche Cruda

PROCESO DE ELABORACIÓN DE QUESO MOZZARELLA



Fotografía D9. Recepción de Leche Cruda



Fotografía D10. Pesado de la Materia Prima



Fotografía D11. Regulación de Acidez de la Leche



Fotografía D12. Adición de ácidos en la Leche



Fotografía D13. Calentamiento de la Leche



Fotografía D14. Adición de cuajo en la Leche



Fotografía D15. Corte de la cuajada



Fotografía D16. Apilado de la cuajada



Fotografía D17. Determinación del tiempo de acidificación de la cuajada



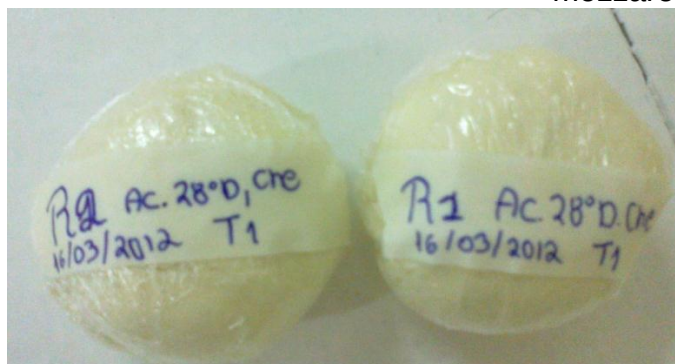
Fotografía D18. Hilado de la cuajada



Fotografía D19. Proceso de Salado del queso mozzarella



Fotografía D20. Pesado del queso mozzarella



Fotografía D21. Producto Terminado

ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICOS DE QUESO MOZZARELLA



Fotografía D22. Determinación de Materia Grasa en Queso Mozzarella



Fotografía D23. Lectura de Materia Grasa en Queso Mozzarella

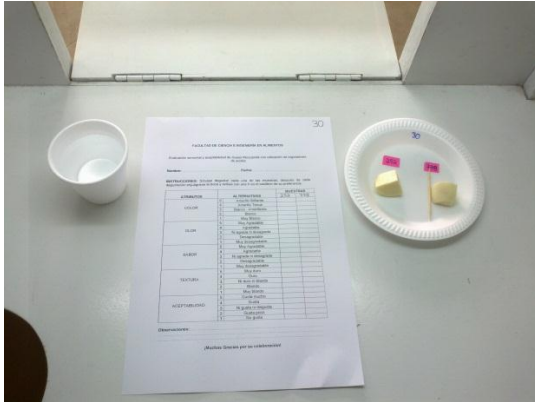


Fotografía D24. Determinación de humedad en Queso Mozzarella



Fotografía D25. Pesado de cápsulas para Determinación de humedad en Queso Mozzarella

CATACIONES



Fotografía D26. Hoja de catación y muestras de queso mozzarella



Fotografía D27. Catadores

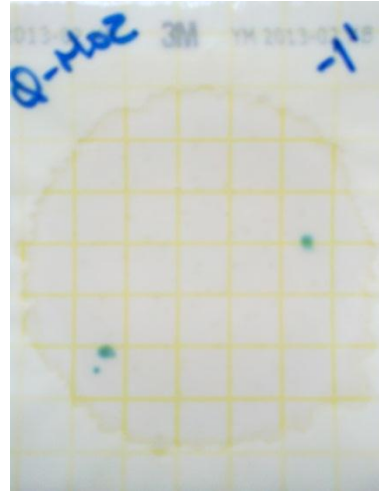


Fotografía D28. Degustación de queso Mozzarella

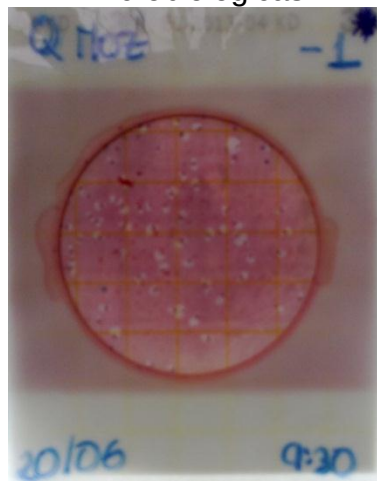
ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS DE QUESO MOZZARELLA



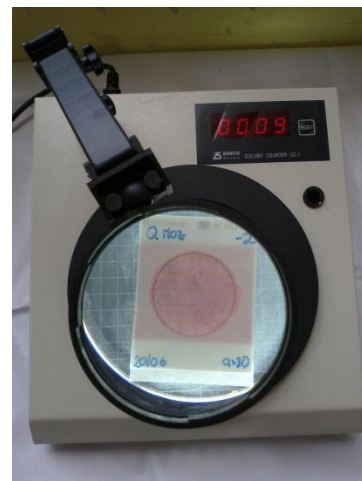
Fotografía D29. Siembras microbiológicas



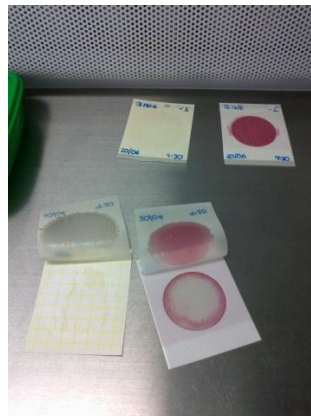
Fotografía D30. Recuento de *Mohos* y levaduras



Fotografía D31. Recuento de *E.coli*/Coliformes



Fotografía D32. Conteo de colonias



Fotografía D33. Control de contaminación ambiental

ANEXO E

**Norma Técnica
Ecuatoriana
Obligatoria**

**LECHE CRUDA.
REQUISITOS.**

**NTE INEN
9:2008
Cuarta revisión
2008-12**

1. OBJETO

1.1 Esta norma establece los requisitos que debe cumplir la leche cruda de vaca.

2. DEFINICIONES

2.1 Leche cruda. Es el producto de la secreción normal de las glándulas mamarias, obtenida a partir del ordeño íntegro e higiénico de vacas sanas, sin adición ni sustracción alguna, exento de calostro y libre de materias extrañas a su naturaleza, destinado al consumo en su forma natural o a elaboración ulterior (Ver Nota 1)

3. CLASIFICACION

3.1 Según el recuento estándar en placa ufc/cm³ de microorganismos aerobios mesófilos, determinado de acuerdo a la NTE INEN 1529-5, la leche cruda se clasifica en las siguientes cuatro categorías (ver tabla 3):

- a) *Categoría A (buena)*
- b) *Categoría B (regular)*
- c) *Categoría C (mala)*
- d) *Categoría D (muy mala)*

4. DISPOSICIONES GENERALES

4.1 La leche cruda se considera no apta para consumo humano cuando:

4.1.1 No cumple con los requisitos establecidos en el Capítulo 5 de la presente norma.

4.1.2 Es obtenida de animales cansados, deficientemente alimentados, desnutridos, enfermos o manipulados por personas afectadas de enfermedades infectocontagiosas.

4.1.3 Contiene sustancias extrañas ajenas a la naturaleza del producto como: conservantes (formaldehído, peróxido de hidrógeno, hipocloritos, cloraminas, dicromato de potasio, lactoperoxidasa adicionada), adulterantes (harinas, almidones, sacarosa, cloruros, suero de leche, grasa vegetal), neutralizantes, colorantes y antibióticos, en cantidades que superen los límites indicados en la tabla 1.

4.1.4 Contiene calostro, sangre, o ha sido obtenida en el período comprendido entre los 12 días anteriores y los 7 días posteriores al parto.

4.1.5 Contiene gérmenes patógenos o un contaje microbiano superior al máximo permitido por la presente norma, toxinas microbianas o residuos de pesticidas, medicamentos veterinarios y metales pesados en cantidades superiores al máximo permitido.

4.2 La leche cruda después del ordeño debe ser enfriada, almacenada y transportada hasta los centros de acopio y/o plantas procesadoras en recipientes apropiados autorizados por la autoridad sanitaria competente.

4.3 En los centros de acopio la leche cruda debe ser filtrada y enfriada, a una temperatura inferior a 10°C con agitación constante

4.4 Los límites máximos de pesticidas serán los que determine el Codex Alimentarius (volumen 2) y/o el USDA

(Continúa)

NOTA 1: La denominación de leche cruda se aplica para la leche que no ha sufrido tratamiento térmico, salvo el de enfriamiento para su conservación, ni ha tenido modificación alguna en su composición

DESCRIPTORES: Alimentos, productos lácteos, leche cruda, Requisitos

4.5 Los límites máximos de residuos de medicamentos veterinarios serán los que determine el Codex Alimentario (volumen 3) y/o el USDA.

5. REQUISITOS

5.1 Requisitos Específicos

5.1.1 Requisitos organolépticos (ver nota 2)

5.1.1.1 *Color*. Debe ser blanco opalescente o ligeramente amarillento.

5.1.1.2 *Olor*. Debe ser suave, lácteo característico, libre de olores extraños.

5.1.1.3 *Aspecto*. Debe ser homogéneo, libre de materias extrañas.

5.1.2 Requisitos físicos y químicos

5.1.2.1 La leche cruda, debe cumplir con los requisitos físico-químicos que se indican en la tabla 1.

5.1.3 *Contaminantes*. El límite máximo para contaminantes es el que se indica en la tabla 2.

TABLA 2. Límites para contaminantes

Contaminante	Límite Máximo (LM)	Método de ensayo
Plomo, mg/kg	0,02	AOAC – 972.25
Aflatoxina M1, mg/kg	0,5	AOAC – 980.21

5.1.4 Requisitos microbiológicos y TRAM para clasificación

5.1.4.1 Los requisitos microbiológicos y TRAM para clasificación se establecen en la tabla 3 y su validez está condicionada a la comprobación de la presencia de conservantes o neutralizantes.

TABLA 3. Clasificación de la leche cruda de acuerdo al TRAM o al contenido de microorganismos

Categoría	Tiempo de Reducción del Azul de Metileno (TRAM) NTE INEN 18	Contenido de microorganismos aerobios mesófilos REP UFC/cm ³ NTE INEN 1529-5
A (buena)	Más de 5 horas*	Hasta 5×10^5
B (regular)	De 2 a 5 horas	Desde 5×10^5 , hasta $1,5 \times 10^6$
C (mala) ¹⁾	De 30 minutos a 2 horas	Desde $1,5 \times 10^6$, hasta 5×10^6
D (muy mala) ¹⁾	Menos de 30 minutos	Más de 5×10^6
* Puede deberse a la presencia de conservantes por lo que se recomienda su identificación según la NTE INEN 1500.		
¹⁾ La leche de categoría C y D no se acepta para ser procesada		

6.2 Requisitos complementarios

6.2.1 El almacenamiento, envasado y transporte de la leche cruda debe realizarse de acuerdo a lo que señala el Reglamento de leche y productos lácteos.

NOTA 2. Se podrán presentar variaciones en estas características, en función de la raza, estación climática o alimentación, pero estas no deben afectar significativamente las características sensoriales indicadas

(Continúa)

TABLA 1. Requisitos físico – químicos de la leche cruda

REQUISITOS	UNIDAD	MIN.	MAX.	MÉTODO DE ENSAYO
Densidad relativa: a 15 °C	-	1,029	1,033	NTE INEN 11
a 20 °C	-	1,026	1,032	
Materia grasa	%(m/m)	3,2	-	NTE INEN 12
Acidez titulable como ácido láctico	%(m/m)	0,13	0,16	NTE INEN 13
Sólidos totales	%(m/m)	11,4	-	NTE INEN 14
Sólidos no grasos	%(m/m)	8,2	-	*
Cenizas	%(m/m)	0,65	-	NTE INEN 14
Punto de congelación (punto crioscópico) **	°C °H	-0,536 -0,555	-0,512 -0,530	NTE INEN 15
Proteínas	%(m/m)	2,9	-	NTE INEN 16
Ensayo de reductasa (azul de metileno)***	h	2	-	NTE INEN 18
Reacción de estabilidad proteica (prueba de alcohol)	No se coagulará por la adición de un volumen igual de alcohol neutro de 65 % en peso o 75 % en volumen			NTE INEN 1 500
Presencia de conservantes ¹⁾	-	Negativo		NTE INEN 1500
Presencia de neutralizantes ²⁾	-	Negativo		NTE INEN 1500
Presencia de adulterantes ³⁾	-	Negativo		NTE INEN 1500
Grasas vegetales	-	Negativo		NTE INEN 1500
Suero de Leche	-	Negativo		NTE INEN 2401
Prueba de Brucelosis	-	Negativo		Prueba de anillo PAL (Ring Test)
Contaje de células somáticas	-		750 000	AOAC – 978.26
Antibióticos:				
β-Lactámicos	µg/l	-	5	AOAC –988.08
Tetraciclínicos	µg/l	-	100	16 Ed. Vol. 2
Sulfas	µg/l	-	100	
<p>* Diferencia entre el contenido de sólidos totales y el contenido de grasa.</p> <p>** °C= °H · f, donde f= 0,9658</p> <p>*** Aplicable a la leche cruda antes de ser sometida a enfriamiento</p> <p>1) Conservantes: formaldehído, peróxido de hidrógeno, cloro, hipocloritos, cloraminas, lactoperoxidasa adicionada y dióxido de cloro.</p> <p>2) Neutralizantes: orina bovina, carbonatos, hidróxido de sodio, jabones.</p> <p>3) Adulterantes: Harina y almidones, soluciones azucaradas o soluciones salinas, colorantes, leche en polvo, suero, grasas extrañas.</p>				

6. INSPECCIÓN

6.1 Muestreo. El muestreo debe realizarse de acuerdo con la NTE INEN 4

6.2 Aceptación o rechazo

6.2.1 Se acepta el producto si cumple con los requisitos indicados en esta norma, caso contrario se rechaza.

APENDICE Z

Z.1 DOCUMENTOS NORMATIVOS A CONSULTAR

Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 4:1984	<i>Leche y productos lácteos. Muestreo. Primera Revisión.</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 11:1984	<i>Leche. Determinación de la densidad relativa. Primera Revisión.</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 12:1973	<i>Leche. Determinación del contenido de grasa.</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 13:1984	<i>Leche. Determinación de la acidez titulable. Primera Revisión.</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 14:1984	<i>Leche. Determinación de sólidos totales y cenizas. Primera Revisión.</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 15:1973	<i>Leche. Determinación del punto de congelación.</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 16:1984	<i>Leche. Determinación de las proteínas. Primera Revisión.</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 18:1973	<i>Leche. Ensayos de reductasas.</i>
Norma Técnica Ecuatoriana INEN 1 500:2001	<i>Leche. Métodos de ensayo cualitativos para la determinación de la calidad.</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1529-5:2006	<i>Control microbiológico de los alimentos. Determinación del número de microorganismos aerobios mesófilos REP. Primera Revisión</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2 401:2007	<i>Leche. Determinación de suero de quesería en leche. Método cromográfico</i>
AOAC 972.25:1976	<i>Atomic Absorption Spectrophotometric Method, final Action 1976</i>
AOAC 978.26:1993	<i>Somatic Cells in milk, Optical Somatic Cell Counting Method (Fossomatic) Revised First Action 1993</i>
AOAC 980.21: 1990	<i>Aflatoxin My in Milk and Cheese Thin layer Chromatographic method Final Action 1990</i>
AOAC 988.08:1988	<i>Antimicrobial Drug in Milk. Receptor assay. First Action, 1988</i>
<i>Reglamento de leche y productos lácteos. Decreto ejecutivo No. 2800 de 1984-08-01. Registro oficial No. 802 de 1984-08-07</i>	
<i>Codex Alimentarius. Residuos de Plaguicidas en los alimentos, Volumen 2</i>	
<i>Codex Alimentarius. Residuos de Medicamentos veterinarios, Volumen 3</i>	
<i>United States Department of Agriculture, USDA Regulations Drugs</i>	

Z.2 BASES DE ESTUDIO

- Norma venezolana COVENIN 903.93 (1R) *Leche pasteurizada*. Comisión Venezolana de Normas industriales. Caracas, 1989
- Norma Técnica Colombiana NTC 506:93. *Productos lácteos. Leche entera Pasteurizada*. Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación ICONTEC, Santa Fé de Bogotá. Colombia 1993
- Asociación of Oficial Analytical Chemists Official Methods of Análisis... última edición.
- Norma General del Codex *para los contaminantes y las toxinas presentes en los alimentos* Codex stan 193-1995 (rev. 2-2005)
- United States Department of Agriculture Milk for Manufacturing Purposes and its Production and Processing Recommended Requirements Effective. September 1, 2005

Norma Técnica Ecuatoriana	QUESO MOZZARELLA. REQUISITOS	INEN 82 1973-10
<p style="text-align: center;">1. OBJETO</p> <p>1.1 Esta norma tiene por objeto establecer los requisitos que debe cumplir el queso Mozzarella.</p> <p style="text-align: center;">2. REQUISITOS DEL PRODUCTO</p> <p>2.1 Requisitos generales</p> <p>2.1.1 <i>Forma.</i> El queso Mozzarella deberá presentarse en forma ovoidal (pera) y podrá tener diversas dimensiones.</p> <p>2.1.2 <i>Corteza.</i> La corteza del queso Mozzarella, deberá presentar consistencia semidura y aspecto liso. Su color podrá variar de blanco a crema.</p> <p>2.1.3 <i>Pasta.</i> La pasta del queso Mozzarella deberá presentar textura blanda, elástica y no deberá presentar agujeros. Su color deberá ser uniforme y podrá variar del blanco a amarillo brillante y su sabor deberá ser el típico de esta variedad, ligeramente ácido.</p> <p>2.2 Requisitos de fabricación</p> <p>2.2.1 <i>Materia prima.</i> El queso Mozzarella deberá fabricarse con leche de vaca, leche de oveja, leche de cabra o sus mezclas, frescas o pasteurizadas.</p> <p>2.2.2 <i>Proceso.</i> El queso Mozzarella deberá elaborarse en condiciones sanitarias adecuadas, y su proceso de elaboración deberá ajustarse a las características esenciales de fabricación indicadas en el anexo A.</p> <p>2.2.3 <i>Aditivos.</i> Además de los aditivos permitidos en la norma INEN 66 para los quesos sin madurar, al queso Mozzarella deberá adicionarse fermento <i>streptothermophilus</i> y vinagre.</p> <p>2.3 Especificaciones</p> <p>2.3.1 El queso Mozzarella, ensayado de acuerdo con las normas ecuatorianas correspondientes, deberá cumplir con los requisitos establecidos en la tabla 1.</p> <p style="text-align: right;">(Continúa)</p>		

TABLA 1. Requisitos del queso Mozzarella

REQUISITOS	Min (%)	Máx (%)	METODO DE ENSAYO
Humedad	-	60	INEN 63
Grasa en el extracto seco	45	-	INEN 64

2.3.2 El ensayo de la fosfatasa, realizado de acuerdo con la norma INEN 65 sobre el queso Mozzarella que haya sido fabricado con leche pasteurizada (ver 2.2.1) deberá dar un máximo de 3 unidades de fosfatasa.

3. REQUISITOS COMPLEMENTARIOS

3.1 **Envasado.** El queso Mozzarella deberá acondicionarse en un envase cuyo material sea resistente a la acción del producto y que no altere las características organolépticas del mismo.

3.2 **Rotulado.** El rótulo o la etiqueta del envase deberá incluir la siguiente información:

- a) denominación del producto: *QUESO MOZZARELLA*,
- b) designación del producto según INEN 62. *Queso blando, extragrasso y si madurar*
- b) cuando no se use leche de vaca deberá indicarse el tipo de leche utilizada,
- c) razón social del fabricante, su dirección o nombre de la zona o provincia respectiva,
- d) dirección completa del importador si el queso es fabricado fuera del país,
- e) fecha de fabricación,
- f) declaración de los aditivos añadidos,
- g) indicación de pasteurizado, en caso de que lo sea (ver 3.3),
- h) número de Registro Sanitario, y
- i) nombre del país de origen.

3.3 Sólo podrá llevar indicación de pasteurizado el queso Mozzarella que haya sido fabricado con leche pasteurizada y cumpla con el requisito establecido en 2.3.2.

4. MUESTREO

4.1 El muestreo deberá realizarse de acuerdo con la norma INEN 4.

(Continúa)

ANEXO A**CARACTERISTICAS ESENCIALES DEL METODO
DE FABRICACION DEL QUESO MOZZARELLA**

A.1 Método de fermentación. Mediante adición a la leche de fermentos lácticos.

A.2 Método de coagulación. Con cuajo u otras enzimas coagulantes apropiadas.

A.3 Tratamiento térmico del coágulo. Se calienta la cuajada, a una temperatura de 40° C después de haber sido cortada en tiras de tres centímetros de lado y lo más largas que sea posible.

A.4 Método de moldeado. Se realiza el hilado sumergiendo la cuajada en agua caliente a 65°C, cuando las tiras están elásticas se amasa, luego fracciona y se lo coloca en moldes, la temperatura en esta etapa debe ser de 10° a 15°C.

A.4 Adición de sal. Normalmente se lo sala por inmersión en salmuera, durante media hora.

A.5 Método de maduración. Se lo madura por un tiempo de dos a cinco días.

(Continúa)

APENDICE Z**Z.1 NORMAS A CONSULTAR**

- INEN 4 *Leche y productos lácteos. Muestreo.*
INEN 62 *Quesos. Clasificación y designaciones.*
INEN 63 *Quesos. Determinación del contenido de humedad.*
INEN 64 *Quesos. Determinación del contenido de grasa.*
INEN 65 *Quesos. Ensayo de la fosfatasa.*
INEN 66 *Quesos. Aditivos.*

Z.2 NORMAS PUBLICADAS SOBRE EL TEMA

- INEN 67 *Queso Cheddar. Requisitos.*
INEN 68 *Queso Danbo. Requisitos.*
INEN 69 *Queso Edam. Requisitos.*
INEN 78 *Queso. Gouda. Requisitos.*
INEN 79 *Queso Provolone. Requisitos.*
INEN 80 *Queso Gruyère. Requisitos.*
INEN 81 *Queso Romano. Requisitos.*
INEN 82 *Mozzarella. Requisitos.*
INEN 83 *Queso Gorgonzola. Requisitos.*
INEN 84 *Queso Parmesano. Requisitos.*
INEN 85 *Queso Camembert. Requisitos.*
INEN 86 *Queso Ricota. Requisitos.*
INEN 87 *Queso Bel Paese. Requisitos.*
INEN 88 *Queso Cuartirolo. Requisitos.*
INEN 89 *Queso Port-Salut. Requisitos.*
INEN 90 *Queso Pategras. Requisitos.*

Z.3 BASES DE ESTUDIO

Norma Sanitaria de Alimentos. OFSANPAN — IALUTZ 024-01-00 I. *Mozzarella*. OPS/OMS. Oficina Sanitaria Panamericana, Washington. 1968.

Standards of identity, Title 21-Chap 1-Section 19.600. *Mozzarella cheese. scamorza cheese; identity*. Food and Drug Administration (FDA), Washington, 1968.