

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA**

**DETERMINACIÓN DE LOS PARÁMETROS DURANTE LA ETAPA DE  
CUAJADO DEL QUESO MOZZARELLA**

**PRESENTADO POR:**

**HEBER ISRAEL GRANADOS GARCIA**

**TESIS**

**PRESENTADA A LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA COMO  
REQUISITO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE**

**LICENCIADO EN TECNOLOGÍA ALIMENTARIA**



**CATACAMAS**

**OLANCHO**

**DICIEMBRE, 2011**



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA**

**DETERMINACIÓN DE LOS PARÁMETROS DURANTE LA ETAPA DE  
CUAJADO DEL QUESO MOZZARELLA**

**POR:**

**HEBER ISRAEL GRANADOS GARCIA**

**MILDRE ELEAZAR TURCIOS MS.c**

**Asesor principal**

**PRESENTADA A LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA COMO  
REQUISITO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE**

**LICENCIADO EN TECNOLOGÍA ALIMENTARIA**

**CATACAMAS, OLANCHO**

**HONDURAS C.A.**

**DICIEMBRE, 2011**

## **DEDICATORIA**

A **DIOS TODOPODEROSO** por iluminarme, estar a mi lado en todo momento de mi vida y darme fortaleza en este largo camino, a ti mi señor te dedico todo lo que soy.

A mis adorables padres **MARCOS GRANADOS Y VILMA GARCIA** por estar conmigo en todo momento y por brindarme su apoyo incondicional. Los amo con todo mi corazón.

A mis queridos hermanos **MAYCOL, NANCY, Y CINDY GRANADOS** por compartir conmigo momentos de tristeza y momentos de alegría.

A mi tío **BAYARDO GRANADOS**, por ese apoyo incondicional que me ha brindado durante mi carrera.

A todos mis familiares, primos, tíos y amistades que de una u otra forma me apoyaron y estuvieron conmigo en el tiempo y momento oportuno cuando más lo necesite.

## AGRADECIMIENTO

Agradezco primeramente **A Dios** por ser mi mejor amigo, mi fortaleza, darme todo lo que tengo y no dejarme caer nunca.

**A mi mamá** por ser la mejor y estar conmigo incondicionalmente, por ser fuente de inspiración, gracias porque sin ti y tus enseñanzas no estaría aquí ni sería quien soy ahora.

**A mi “Papi” y Hermanos** por ser la mejor familia que me pudo haber tocado por su confianza y su apoyo en mis años de estudio.

**A MIS COMPAÑEROS DE LA CLASE DE TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS 2011**, especialmente a **LESLY (CHELA), IVAN (CHORRO DE HUMO), MARIA POCE (MATY), JOSE LUIS ROMERO (TROKA), VIVIAN HERNADEZ (VIVI) RAUL HERNANDEZ (SOLITARIA)**, porque gracias a ellos sé lo que es la amistad verdadera, valor importante en mi vida, por permitirme conocerlos y ser parte de su vida, por aconsejarme, regañarme, compartir risas y llantos en todo este tiempo.

**A LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA**, por haberme formado y permitido culminar mis estudios universitarios.

**A MIS ASESORES M. Sc. MILDRE ELEAZAR TURCIOS, ING. RAMON HERRERA, M. Sc AMILCAR COLINDRES**, por brindarme su apoyo desinteresado en el desarrollo de mi práctica profesional

## CONTENIDO

	Pág.
<b>ACTA DE SUSTENTACION</b>	<b>i</b>
<b>DEDICATORIA</b> .....	<b>ii</b>
<b>AGRADECIMIENTO</b> .....	<b>iii</b>
<b>CONTENIDO</b> .....	<b>iv</b>
<b>LISTA DE CUADROS</b> .....	<b>vi</b>
<b>LISTA DE FIGURAS</b> .....	<b>vii</b>
<b>LISTA DE ANEXOS</b> .....	<b>viii</b>
<b>RESUMEN</b> .....	<b>ix</b>
<b>I. INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>1</b>
<b>II. OBJETIVOS</b> .....	<b>2</b>
2.1 General.....	2
2.2 Específicos .....	2
<b>III REVISION DE LITERATURA</b> .....	<b>3</b>
3.1 Principios e historia de la industrialización de la leche.....	3
3.1.1 Sector lácteo hondureño .....	4
3.1.2 Caracterización de la cadena de producción de leche .....	5
3.2 Composición de la leche.....	6
3.3 Calidad de la leche.....	6
3.3.1 Constituyentes de la leche .....	6
3.3.2 Contenido de células somáticas .....	7
3.3.3 Contenido bacteriano .....	8
3.3.4 Adulteración de la leche .....	8
3.3.5 Aspecto de la leche .....	9
3.4 Características organolépticas de la leche .....	9
3.5 Definición de queso .....	10
3.6 Generalidades sobre tecnología quesera.....	11
3.7 Clasificación y criterios del queso.....	11
3.7.1 Contenido de Humedad .....	11

3.7.2 Método de Coagulación.....	12
3.7.3 Textura del queso.....	13
3.7.4 Microorganismos utilizados en la maduración.....	13
3.8 Definición del queso mozzarella .....	14
3.8.1 Antecedentes históricos del queso mozzarella .....	15
3.8.2 Clasificación del queso mozzarella .....	16
3.8.3 Composición del queso mozzarella.....	16
3.8.4 Métodos de fabricación del queso mozzarella.....	17
3.9 Descripción del proceso de elaboración del queso mozzarella .....	17
3.10 Efecto de la temperatura en el queso mozzarella .....	20
3.11 Efecto de la acidez y el (pH) .....	21
3.12 Características y especificaciones de ácidos utilizados.....	22
3.12.1 Ácido láctico.....	22
3.12.2 Ácido cítrico .....	22
3.13 Consideraciones respecto al cultivo (fermento) .....	23
3.14 Elasticidad .....	24
3.15 Requerimientos de calidad del queso mozzarella.....	24
3.16 Análisis sensorial.....	24
3.17 Relación beneficio/costo.....	25
3.18 Rendimiento .....	26
<b>IV. METODOLOGÍA .....</b>	<b>27</b>
4.1 Ubicación del experimento.....	27
4.2 Materiales y equipo .....	27
4.2.1 Materiales y equipos.....	27
4.3 Manejo del Experimento .....	28
4.3.1 Elaboración del producto.....	28
4.4 Análisis estadístico .....	29
4.5 Variables a Evaluar.....	29
4.5.1 Porcentaje de grasa .....	29
4.5.2 Humedad.....	30
4.5.3 pH .....	30
4.5.4 Derretimiento.....	30
4.5.5 Estiramiento.....	31

4.5.6 Análisis Sensorial .....	31
4.5.7 Rendimiento .....	32
4.5.8 Relación beneficio/ costo.....	32
<b>V RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>33</b>
5.1 Análisis sensorial.....	33
5.1.1 Textura.....	33
5.1.2 Sabor.....	34
5.1.3 Color .....	35
5.2 Análisis físico químico del queso mozzarella .....	36
5.2.1 Evolución de la Humedad del queso en el tiempo. ....	36
5.2.2 Evaluación de derretimiento .....	37
5.2.3 Evaluación de estiramiento.....	38
5. 2.4 Evaluación de grasa .....	39
<b>5.2.5 Evaluación del pH.....</b>	<b>39</b>
5.3 Rendimiento .....	41
5.4 Análisis de beneficio/costo .....	42
<b>VI CONCLUSIONES.....</b>	<b>43</b>
<b>VII RECOMENDACIONES .....</b>	<b>44</b>
<b>VIII BIBLIOGRAFÍAS .....</b>	<b>46</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>49</b>



## LISTA DE CUADROS

<b>Cuadro 1.</b> Clasificación del Queso Mozzarella.....	16
<b>Cuadro 2.</b> Composición del queso Mozzarella (% en peso). .....	16
<b>Cuadro 3</b> Requerimiento físico-químico del queso Mozzarella.....	24
<b>Cuadro 4</b> Distribución de turnos en análisis sensorial. (Ver anexo 2) <b>¡Error! Marcador no definido.</b>	
<b>Cuadro 5</b> Evaluación de la humedad para los ocho tratamientos.....	37
<b>Cuadro 6</b> Evaluación del derretimiento para los ocho tratamientos.....	38
<b>Cuadro 7</b> Evaluación del estiramiento para los ocho tratamientos. ....	38
<b>Cuadro 8</b> Evaluación de grasa para los ocho tratamientos.....	39
<b>Cuadro 9</b> Evaluación del PH para los ocho tratamientos. ....	40
<b>Cuadro 10</b> Rendimiento de queso mozzarella por acidificación directa. .... <b>¡Error!</b>	
<b>Marcador no definido.</b>	
<b>Cuadro 11</b> Relación beneficio/costo. ....	42



## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> Elaboración del queso mozzarella con leche pasteurizada y acidificación directa. ....	17
<b>Figura 2</b> Analisis sensorial aceptacion de la textura para los ocho tratamientos. ....	34
<b>Figura 3</b> Analisis sensorial aceptacion del sabor para los ocho tratamientos.....	35
<b>Figura 4</b> Analisis sensorial aceptacion del color para los ocho tratamientos. ....	36
<b>Figura 5</b> Rendimiento de los ochos tratamientos del producto terminado. ....	41

## LISTA DE ANEXOS

<b>Anexo 1</b> Formulación de los ingredientes para cada tratamiento que se desarrolló. ....	50
<b>Anexo 2</b> Hoja de respuesta del análisis sensorial.....	51
<b>Anexo 3</b> Flujo grama para la elaboración de queso mozzarella.....	52

**Granados García, H.I. 2011.** Determinación los parámetros durante la etapa del cuajado de la elaboración del queso mozzarella en la empresa LACTHOSA. Tesis Lic. Tecnología alimentaria. Universidad Nacional de Agricultura. Catacamas, Olancho, Honduras. 63 p.

## **RESUMEN**

Este trabajo se desarrollado en las instalaciones de la Planta Procesadora de Lácteos LACTHOSA, ubicada en San Pedro Sula, departamento de Cortes. El presente trabajo se hizo con queso mozzarella el que debe ser un queso suave y elástico que se obtiene por acidificación directa y complementándose por la acción de bacterias lácticas, el proceso tradicional de producción del queso mozzarella en la planta de lácteos LACTHOSA tarde de 3-4 horas debido a la etapa de maduración de la cuajada que se presenta en las tinas. Por lo que se investigo el tiempo de cuajo e hilado utilizando ácido cítrico pretendiendo que no se modificaran las características organolépticas de dicho queso. Se analizaron las muestras durante un mes, el total de las corridas experimentales fueron 8 con diferentes cantidades de ingredientes cada una. También se realizó un análisis sensorial exploratorio de aceptación, utilizando 10 jueces no entrenados, consumidores frecuentes de productos lácteos. Se evaluaron los atributos sensoriales de textura, color y sabor, las características físico químicas evaluadas fueron textura, pH, derretimiento, porcentaje de grasa y estiramiento. Otras variables independientes que se evaluaron fueron el rendimiento y la relación beneficio costo. El periodo de elaboración se redujo de 4 a una hora en promedio. El tratamiento que obtuvo mejor calificación fue el tratamiento N°4 tanto en los análisis físico químicos como en los sensoriales y también fue el que tuvo mejor rendimiento.

**Palabras clave:** acidificación directa, atributos sensoriales, queso.

## I. INTRODUCCIÓN

El queso tiene una producción anual superior al café, al te, al cacao y tabaco, por lo que es uno de los principales productos agrícolas del mundo. Estados Unidos es el mayor productor mundial y casi la totalidad de esa producción es para el mercado local, siendo casi nula su exportación. Alemania es el mayor exportador en cuanto a cantidad y Francia el mayor exportador en cuanto a valor monetario. Así mismo, siguen a Estados Unidos en cuanto a producción. Dentro de los países productores en cuarta posición encontramos a Italia y en décima a Argentina.

Actualmente la empresa de lácteos (lactosa), esta produciendo aproximadamente 22,500 libras de queso semanal, y que son distribuidas tanto a nivel nacional como internacional. Estos son datos que varían según la temporada de producción, también se elabora 15,000 libras de queso análogo semanal.

El queso mozzarella pertenecen al grupo de los quesos de pasta hilada (filata, en italiano) debido a que durante su elaboración la cuajada, previamente acidificada, se somete a un amasado con agua caliente que permite plastificarla y estirla; de tal forma que pueda formar bandas, a su vez constituidas por estructuras un tanto alineadas que se pueden separar como hilos. Es un queso blanco amarillento que ofrece poco sabor en comparación a otros quesos, pero tiene textura suave y agradable. Sus características hacen del mozzarella un ingrediente ideal para combinar en muchas elaboraciones culinarias.

El queso mozzarella se elaboró con el propósito de evaluar los parámetros de las variables estudiadas con el objetivo de minimizar el proceso de elaboración del queso y se busca obtener las mismas características organolépticas, analizando el ácido cítrico como factor principal.

## **II. OBJETIVOS**

### **2.1 General**

- Determinar los factores en función de las variables respuesta durante la etapa de cuajado de Queso mozzarella de la planta Lacthosa.

### **2.2 Específicos**

- Determinar la mejor concentración de ácido cítrico, la cantidad de cloruro de calcio y la cantidad de cuajo, a adicionar para lograr el mejoramiento de las variables físico-químicas y sensoriales del queso mozzarella.
- Establecer la preferencia del consumidor en relación a textura, sabor y color del producto mediante un análisis sensorial.
- Realizar un análisis de costos al aplicar los 4 factores en el proceso de elaboración del queso mozzarella.

### **III REVISION DE LITERATURA**

#### **3.1 Principios e historia de la industrialización de la leche**

El uso de la leche como alimento, se remonta a más de 3500 años A.C., y a lo largo del tiempo, las diferentes culturas la han aprovechado de distintas maneras. Según la FAO (1998). En las proximidades de Ur, antigua aldea, se han descubierto bajorrelieves que se habían realizado entre el 3.100 y 3.500A.C.; estos muestran el ordeño de dos vacas y la fabricación de manteca, operaciones realizadas por sacerdotes del templo de la diosa Nin-Har-Sag (protectora del ganado). Los bajorrelieves pertenecían a los sumerios, que invadieron aldeas entre 4.000 y 5.000 años A.C., por lo que se supone que las prácticas lecheras de este pueblo se remontan más atrás en el tiempo.

Alimento por excelencia, la leche ha sido usada como medicina y cosmética en las antiguas civilizaciones. Hipócrates, que vivió en Grecia 400 años A.C. y es considerado el padre de la medicina, recetaba leche fresca de vaca como antídoto eficaz para casos de envenenamiento por su carácter perecedero, la leche requiere de alguna forma de procesamiento para prolongar su periodo de conservación. Es decir, debe transformarse en diferentes productos que permitan ampliar sus posibilidades de comercialización, además de generar ingresos. Si bien los métodos simples que utilizan calor o pasteurización destruyen las bacterias patógenas, no liberan a la leche de los organismos causantes de la descomposición. En climas tropicales, después de uno o dos días a temperatura ambiente la leche no resultará apta para el consumo humano (FAO 1998).

A mediados del siglo XIX, los descubrimientos de Louis Pasteur representaron la primera victoria de la ciencia contra la acción de toxinas y microorganismos potencialmente patógenos, y permitieron además, conservar por más tiempo las propiedades nutritivas y digestivas de los alimentos (Pottí, 2007). El tratamiento térmico (Pasteurización) de la leche cruda, el descremado mecánico (separadores centrífugos) y el desarrollo de las técnicas de enfriamiento de los alimentos, sumados a



otros avances, permitieron hacia fines del siglo XIX la modificación de la producción industrial de la leche y sus derivados. (Pottí 2007).

La producción lechera alcanzó así un grado importante de expansión y desarrollo a partir del siglo XX, al destinarse grandes extensiones de tierra exclusivamente para la producción lechera, tanto en Europa como en Estados Unidos (Pottí 2007). A partir de entonces, los procesos tecnológicos fueron perfeccionándose hasta llegar al actual grado de desarrollo que exhibe la industria láctea mundial.

En las últimas décadas, la innovación industrial y los avances científicos han permitido lograr desarrollos muy significativos en la industria láctea, convirtiendo a los productos lácteos en un bien de fácil acceso para gran parte de la población; ya que se ha llegado a la concienciación de que es muy poco probable que un alimento contenga todos los nutrientes presentes en un simple vaso de leche (Pottí 2007).

### **3.1.1 Sector lácteo hondureño**

En Honduras, la ganadería representa una actividad importante tanto en términos de su contribución al desarrollo económico como en la extensión de las explotaciones a nivel nacional. Del total del sector ganadero, el sector lácteo está compuesto por aproximadamente 50,000 productores, 600 queseras artesanales de tamaño diverso y siete plantas industriales, dos de las cuales procesan el 95% de la leche que se mueve en el circuito industrial (Mesa Agrícola Hondureña 2002).

De acuerdo a la información del IV Censo Nacional Agropecuario (Mesa Agrícola Hondureña 2002), se puede clasificar la producción lechera del país según las siguientes regiones productivas:

- **Región Nor-Oriental:** (46% de la producción nacional de leche; 14% de la explotación ganadera del país), conformada por llanura costera y el Valle de Lean (Atlántida), así como el Valle del Aguán en Colón y Yoro, Abastecen la mayor parte del circuito industrial, enviando leche a plantas procesadoras o centros recolectores.

- **Región Nor – Occidental:** (25% de la producción de leche en Honduras, 14% de las fincas ganaderas del país), integrada por el Valle de Sula, Departamento de Cortés, los Valles de Yoro y El Negrito, Valle de Quimistan en Santa Bárbara y La Entrada en Copán. Abastece el circuito industrial (Planta Industrial Lácteos de Honduras, S.A. (LACTHOSA) y otras plantas industriales de menor tamaño) y el circuito artesanal amplio número de queserías artesanales.
- **Región Central:** (19% de la producción nacional y 21% de las fincas ganaderas), compuesta por los Valles del Departamento de Olancho (Lepaguare, Juticalpa, Guayape, Agalta) Valle del Zamorano, Guaimaca, Talanga y otras regiones de Francisco Morazán. Representa una región muy importante en términos de abastecer leche para el sector artesanal y en menor escala para el circuito industrial.
- **Región Oriental:**(3% de la producción nacional), en la misma se ubica el Valle de Jamastrán (El Paraíso) y la zona del Patuca, Olancho, Proveen leche para el sector artesanal.
- **Región Sur:**(4% de la producción nacional y el 14% de las fincas), que cubre los Valles y llanuras del Departamento de Choluteca y el Departamento de Valle. Dicha región provee quesería artesanal para el consumo nacional y la exportación a varios países (Mesa Agrícola Hondureña 2002)

### 3.1.2 Caracterización de la cadena de producción de leche

La cadena de la leche está compuesta por tres eslabones básicos: Producción, Procesamiento y Comercialización, y se divide en dos circuitos: El Industrial (“controlado”) el circuito Tradicional (artesanal). El primero está formado por el complejo de productores y plantas industriales de procesamiento, para abastecer a los centros urbanos y comunidades de leche pasteurizada. En este circuito se maneja el 30% de la producción nacional, participan unos 4,000 productores y siete plantas procesadoras, además, se cuenta con 25,000 puestos de venta (Mesa Agrícola Hondureña 2002).

El segundo (circuito tradicional o artesanal), está formado por el complejo de productores y plantas artesanales de procesamiento, que básicamente elaboran quesos para el mercado nacional y de exportación, principalmente para el mercado Salvadoreño, este circuito maneja el 65% de la producción nacional, en este mismo circuito, se incluye un 5% adicional de producción para autoconsumo (Mesa Agrícola Hondureña 2002).

### **3.2 Composición de la leche**

La leche es una compleja mezcla de distintas sustancias, presentes en emulsión o suspensión y otras en forma de solución verdadera y presentan sustancias definidas: agua, grasa, proteínas, lactosa, minerales, vitamina; a las cuales se les denomina extracto seco o sólidos totales. Los sólidos totales varían por múltiples factores como lo son: la raza, el tipo de alimentación, el medio ambiente y el estado sanitario de la vaca entre otros (Agudelo 2005).

La calidad de las leches usadas en quesería, dependen de la especie del animal productor. Las variaciones estacionales en la composición de las leches de quesería, pueden ocasionar problemas si se mantiene a lo largo de todo el año un escrupuloso seguimiento del proceso estándar (Agudelo 2005).

### **3.3 Calidad de la leche.**

Según Hazard, (1997). La mejor manera de explicar el término calidad de leche es basándose en cinco consideraciones generales:

#### **3.3.1 Constituyentes de la leche**

En promedio puede señalarse que la leche de vaca contiene un 87.6% de agua, el resto de los componentes son grasa (3,4%), proteína cruda (3,5 %), lactosa (4,6%), cenizas (0,8%). En términos de sólidos no grasos estos ascienden a un 8,9 % y sólidos totales un 12,3 % (Hazard 1997).

La materia grasa es uno de los componentes más variables de la leche ya que cambia con el estado de la lactancia, edad, alimentación, estado nutricional, raza, entre otros. Este amplio rango de variación está señalando que una de las formas de incrementar el contenido graso de la leche es a través de cruzamiento con animales mejoradores en este aspecto (Hazard 1997).

La alimentación es otro factor que juega un rol fundamental en el contenido graso de la leche. Dietas que consideran un alto suministro de concentrado implican que el contenido de grasa de la leche disminuye. Por el contrario, dietas ricas en forraje permiten obtener una leche con un mayor tenor graso (Hazard 1997).

### **3.3.2 Contenido de células somáticas**

El contenido de células somáticas de la leche está muy relacionado con la mastitis, que es una enfermedad infecciosa que está presente en todos los rebaños lecheros. Sin embargo, no todos los productores la reconocen, ya que lo que ellos observan son los casos clínicos. Esto es solo una parte del problema, puesto que existe otro tipo de mastitis llamada subclínica, que no es observable pero es la etapa previa de una mastitis clínica (Hazard 1997).

La mastitis corresponde a una inflamación de la ubre y que es provocada por microbios que atacan la ubre. La vaca frente a este ataque reacciona a través de los glóbulos blancos, que son los encargados de hacer frente a los agentes infecciosos y, que posteriormente aparecen en la leche en la forma de células somáticas. El contenido de células somáticas varía en función de la severidad del ataque que realizan los microbios. A mayor contenido de células somáticas mayor es la infección (Hazard 1997).

El contenido de células somáticas de la leche es un indicador de la salud mamaria de la ubre. Para lograr que esta glándula se mantenga sana, una de las prácticas más adecuada es proceder al secado de la vaca 60 días antes de la fecha probable del parto. Para ello, se debe forzar a la vaca a que deje de producir leche y realizar una terapia de secado adecuada. Esta consiste en aplicar antibiótico en cada uno de los cuartos, de esta

manera la vaca se encontrará más protegida contra la mastitis cuando comience la lactancia siguiente (Hazard 1997).

### **3.3.3 Contenido bacteriano**

Otro factor que tiene relación con la calidad de la leche es el recuento bacteriano. Recordemos que la leche desde que sale de la ubre de la vaca es el mejor “caldo de cultivo” para la proliferación de microorganismos, los cuales son capaces de reproducirse a diferentes temperaturas. Por ello, ésta debe ser almacenada rápidamente a 4°C. (Hazard 1997).

Desde el punto de vista de pago por calidad, en relación al recuento bacteriano que se expresa como unidades formadoras de colonias por mililitro (UFC/ml), la industria tiene su pauta de pago. Siguiendo con el ejemplo de Soprole S.A., a la leche con menos de 30.000 UFC/ml la empresa le bonifica su precio base en un 14%. Leche con contenidos de hasta 300.000 UFC/ml no recibe bonificación. Niveles de UFC superiores implican que el productor recibirá un castigo en el precio de la leche (Hazard 1997).

### **3.3.4 Adulteración de la leche**

La leche puede ser adulterada en forma voluntaria o involuntaria. En esencia, la adulteración se puede definir como algo que se agrega a la leche y que produce cambios en el volumen y/o en su composición química. Uno de los contaminantes más frecuentes es el agua, la cual es detectada por las plantas lecheras a través de la Prueba de Crioscopia. Otros medios de adulterar la leche son los antibióticos, en éste último caso la situación es dramática, ya que si un productor envía a la industria lechera un producto con antibióticos, la leche le será devuelta a su predio y por lo tanto no le será cancelada (Hazard 1997).

Los métodos que pueden aplicarse a la detección del agua adicionada a la leche, están basados en la medición de una propiedad física que varía proporcionalmente a la cantidad de agua adicionada al producto, tal como ocurre con el Punto de congelación,

el Índice de refracción, el Peso específico y la Conductividad eléctrica, de donde derivan respectivamente los métodos Crioscópico, Refractómetro, Lactómetro y Conductimétrico (Gaviria 2004).

### **3.3.5 Aspecto de la leche**

Todos sabemos que la leche tiene un color blanco, un olor característico y un sabor agradable. Sin embargo, ésta puede ser contaminada en forma voluntaria o involuntaria. La leche puede absorber olores del lugar donde se almacena, las bacterias contenidas en el medio ambiente, también le pueden conferir a la leche olor y sabor desagradable. (Hazard 1997).

Existen además, otros factores que pueden cambiar la estética de la leche, entre ellos el cambio de temperatura que sufra desde el momento que sale de la ubre, por esto debe almacenarse a 4°C a partir de la segunda hora de ser extraída de las vacas. Sin embargo, muchas veces el productor mezcla la leche de la ordeña siguiente con la ya enfriada. En estos casos la temperatura no debe exceder los 9°C., si ello no ocurre la leche se pondrá rancia, como se habrá podido observar, los factores que afectan la calidad de la leche son amplios y variados. Sin embargo, lo más importante es que si realmente se desea ser exitoso en el negocio y, producir leche a bajo costo de alta calidad, el productor debe controlar todos los aspectos de la cadena productiva que se desarrollan dentro de su predio (Hazard 1997).

### **3.4 Características organolépticas de la leche**

Las características o propiedades organolépticas son todas aquellas que pueden percibirse de forma directa por los sentidos en el momento de consumo sin utilizar aparatos o instrumentos de estudio. Por esta razón a la hora de definir el olor, color o sabor se recurre a ciertas comparaciones de características comúnmente conocidas, que pueden no resultar correctas para todas las personas (Degesa 1996).

- **Aspecto:** La leche fresca es de color blanco aporcelanada, presenta una cierta coloración crema cuando es muy rica en grasa. La leche descremada o muy pobre en contenido graso presenta un blanco con ligero tinte azulado (Degesa 1996)
- **Olor:** Cuando la leche es fresca casi no tiene un olor característico, pero adquiere con mucha facilidad el aroma de los recipientes en los que se la guarda; una pequeña acidificación ya le da un olor especial al igual que ciertos contaminantes (Degesa 1996).
- **Sabor:** Impresión compleja resultante de la percepción de olores y gustos que reposa sobre la existencia y características de sustancias químicas (volátiles y solubles), (Degesa 1996). La leche fresca tiene un sabor ligeramente dulce, dado por su contenido de lactosa. Por contacto, puede adquirir fácilmente el sabor de hierbas (Degesa 1996).

### 3.5 Definición de queso

La actual palabra "cheese" deriva de las palabras del inglés antiguo "cese" y del latín "caseus". Las palabras equivalentes en español (castellano), portugués, alemán, francés, italiano son "queso", "queijo", "kase", "fromage" y "formaggio", respectivamente (Robinson 2002).

La proliferación numérica de tipos de quesos, dificulta la simple definición de queso y una descripción tal como: la cuajada de la leche producida por actividad enzimática y ulterior separación del suero del coagulo, para dar una cuajada más sólida que es queso, no incluye el requesón, queso láctico, queso crema y algunos otros de los quesos producidos por nuevas técnicas (Robinson 2002).

Según la FAO/OMS: "es el productos fresco o madurado obtenido por la coagulación y separación de suero de la leche, nata, leche parcialmente desnatada, mazada o por una mezcla de estos productos".

De acuerdo a la composición: " es el producto, fermentado o no, constituido esencialmente por la caseína de la leche, en forma de gel más o menos deshidratado que

retiene casi toda la materia grasa, si se trata de queso graso, un poco de lactosa en forma de ácido láctico y una fracción variable de sustancias minerales (Veisseyre; Roger 1988).

### **3.6 Generalidades sobre tecnología quesera.**

Los quesos constituyen una forma ancestral de conservación de las proteínas y de la materia grasa, así como de una parte del calcio y del fósforo, cuyas cualidades nutritivas y organolépticas son apreciadas por el hombre en casi todas las regiones del mundo. Existe una gran variedad de quesos según la naturaleza de la leche y la tecnología empleada (Mahaut 2003).

El término “queso” está reservado al producto, fermentado o no, afinado, obtenido a partir de las siguientes materias de origen exclusivamente lácteo: leche, parcialmente o totalmente desnatada, nata, materia grasa, suero de leche. Utilizadas solas o mezcladas y coaguladas totalmente o en parte antes del desuerado o tras la eliminación parcial de la parte acuosa (Mahaut 2003).

### **3.7 Clasificación y criterios del queso**

Los siguientes criterios son los que se adoptan normalmente para efectuar clasificaciones de los quesos: contenido de humedad, método de coagulación, textura del queso y microorganismos utilizados en la maduración (Palomino, 2002).

#### **3.7.1 Contenido de Humedad**

Son frescos los quesos con un contenido en humedad del (60-80) %, Si el contenido en humedad es del (55-57) %, hablamos de un queso blando. Cuando el queso posee un contenido en humedad del (42-55) % se trata de un queso semiduro, Finalmente, si el contenido en humedad se reduce a un (20-40) % estamos hablando de un queso duro. El contenido de agua son bajos para los quesos duros, tales como el Parmesano, Cheddar y Emmental es mayor, en los blandos tales como el Camembert.



El agua en el queso se encuentra en diferentes estados: (a) unida a la estructura de un componente de la cuajada como por ejemplo la proteína, (b) débilmente mantenida por débiles fuerzas en contacto con las partículas de la cuajada, por ejemplo humedad higroscópica, (c) humedad con libertad de movimiento dentro de la cuajada, que actúa como portadora de solutos. Estos estados de humedad de la cuajada están en equilibrio, por lo que el panorama cambia cuando las reacciones que tienen lugar en la cuajada liberan más agua unida, o requieren moléculas de agua para que ocurra la reacción (Robinson 2002).

Como se verá más adelante, el control de la humedad en el queso se logra esencialmente cortando la cuajada en forma de cubos de un cierto tamaño, agitando cuidadosamente la cuajada y, en ciertos casos, combinando lo anterior con calentamiento gradual y lento de la cuajada, hasta que el maestro quesero, con su experiencia, determine mediante examen de la textura que la cuajada tiene la humedad apropiada.

### **3.7.2 Método de Coagulación**

Forma de coagular la caseína durante el proceso de fabricación, se distinguen: quesos al cuajo y quesos de coagulación ácida. Algunos tipos de quesos son elaborados mediante coagulación por ambos métodos, a estos se les llama quesos al cuajo y ácidos, el queso mozzarella pertenece a esta categoría.

La coagulación del queso con cuajo es uno de los puntos clave de la quesería. Los coágulos que se forman mediante el cuajo regulan parcialmente el proceso del desuerado y como consecuencia el contenido de humedad de los quesos. La cantidad de agua que estos contengan es importante para controlar la fermentación durante su maduración y obtener mejor textura, pues de ello depende que el queso sea blando y elástico o al contrario seco y quebradizo. Normalmente, se cuaja la leche a 32 °C durante 30 minutos, si las temperaturas son más altas, el corte generalmente resulta mayor, en consecuencia al contenido de humedad es más elevado y el queso resulta más blando (tipo andino). Si, durante la coagulación, la leche y la cuajada en formación se enfrían, los granos resultan de tamaño irregular. En consecuencia la humedad en el

queso estará distribuida irregularmente, y además se producirán pérdidas de caseína en el suero.

### **3.7.3 Textura del queso**

La textura de un alimento puede definirse como la manifestación sensorial de su estructura. En el caso específico del queso, la estructura depende fundamentalmente de sus componentes químicos, tales como agua, cloruro de sodio, proteína y grasa, entre otros. También resulta de gran importancia, la evolución que estos componentes experimentan a lo largo del proceso de maduración (Pavía *et al* 1999).

La textura, junto con el sabor y el aspecto, definen la calidad de un alimento, siendo ésta un aspecto importante en un producto ya que condiciona su aceptabilidad (Ibáñez *et al* 1998). No obstante hay que tener en cuenta que la calidad sensorial no es una característica intrínseca del mismo, sino el resultado de la interacción entre el alimento y el consumidor (Costell & Durán 1981).

Se distinguen entre quesos de ojos redondeados, granulares y quesos de textura cerrada. Los ojos o agujeros en los quesos se forman por la actividad de ciertas bacterias ácido láctico, que durante el proceso de maduración producen anhídrido carbónico como sub producto de la fermentación. El anhídrido carbónico queda en los interiores del coagulo (Palomino 2002).

### **3.7.4 Microorganismos utilizados en la maduración**

La maduración del queso consiste básicamente en la modificación de los componentes del queso como se describiera, sin importar cómo esas modificaciones hayan tenido lugar.

En general existen dos tipos de maduración

- **La maduración interna o primaria:** Es la que ocurre en el interior de la masa por acción de los microorganismos del fermento láctico. En la maduración primaria, el fermento láctico transforma toda la lactosa en ácido láctico.
- **La maduración externa o secundaria:** Es la que produce en la superficie del queso, progresando de afuera hacia adentro, al cabo de algunas semanas de maduración es debida a los microorganismos que se desarrollan en la corteza.

La mayor parte de los quesos son madurados mediante la acción de bacterias ácido láctico. Existen, sin embargo, algunos tipos de quesos que son también madurados por la acción de otros microorganismos. Por ejemplo: los quesos tilsit son sometidos a una maduración final por microorganismos extendidos sobre sus superficies, los quesos azules como el Roquefort utilizan mohos azules, y el Camembert, presentan mohos blancos para su maduración (Engineering 1990).

### **3.8 Definición del queso mozzarella**

El queso mozzarella es un queso blanco amarillento que ofrece poco sabor en comparación a los quesos que nosotros estamos acostumbrados, pero tiene una textura suave y agradable. Sus características hacen de la mozzarella un ingrediente ideal para combinar en muchas elaboraciones culinarias.

El queso genuino, original, presenta una forma esferoidal u ovoidal, y un peso que oscila entre unos 30 y 600 gramos. Su nombre, “Mozzarella”, proviene del verbo “mozzare” (mochar, cortar) ya que, efectivamente, para “hilar” la cuajada, se corta ésta (se mocha) en pequeñas porciones que se plastifican y estiran al amasarlas con agua caliente, para luego darles forma a mano (Ártica 2009).

### **3.8.1 Antecedentes históricos del queso mozzarella**

Italia es el país de origen de este famoso queso de renombre mundial, el cual es el prototipo más destacado de las pastas hiladas, entre los que se incluye también el Caciocavallo, el Provolone y el Scamorza. Desde sus inicios ha sido elaborado con leche de búfalas de agua, rumiantes que se introdujeron en la actual Italia en el siglo XVI. Actualmente es destacada su producción en la región de Campania y Lombardía, donde se continúa fabricando tradicionalmente. Sin embargo, ya se elabora también con leche de vaca, o con una mezcla de leche de búfala y vaca (Villegas 1993).

La Mozzarella (del verbo italiano antiguo mozzare, "cortar") es un tipo de queso originario de la cocina italiana. Existe una variante de este queso en Dinamarca, pero la tradición italiana es más antigua. La ciudad de origen de este queso fue Aversa (Caserta), la denominación de origen con protección Europea es la Mozzarella di Búfala Campana, no habiendo solicitado Italia la protección del nombre «mozzarella». El queso se produce en las provincias de Caserta y Salerno y en algunos municipios de las provincias de Nápoles, Benevento, Latina y Foggia. En otros países, como Argentina, Paraguay, Perú, Uruguay, se prepara la mozzarella con leche de vaca.

El queso genuino, original, presenta una forma esferoidal u ovoidal, y un peso que oscila entre 30 y 60 gramos. Su nombre Mozzarella, proviene del verbo Mozzare (mochar, corta) ya que, efectivamente, para hilar la cuajada, se corta esta es decir se mocha en pequeñas porciones que se plastifican y estiran al amasarlas con agua caliente.

A partir de la década de 1970, acompañando el crecimiento espectacular en el consumo de pizzas en los Estados Unidos de América y otros países del mundo, empezó a elaborarse un producto parecido al mozzarella, que se alejaba de las recetas tradicionales, pero que se adaptaba a un mercado que demandaba grandes volúmenes, procesos rápidos y calidad más uniforme (Villegas 1993).

### 3.8.2 Clasificación del queso mozzarella

De este modo se puede ensayar una clasificación del mozzarella en dos grandes categorías: el genuino (denominación de origen), elaborado con leche de búfalo en Italia, y el tipo Mozzarella (Mozzarella tipo Americano), fabricado con leche de vaca en diversos países, principalmente en Estados Unidos. A su vez cada categoría se divide en subcategorías, según se indica en el cuadro 1:

**Cuadro 1. Clasificación del Queso Mozzarella.**

Clasificación de queso	Tipo de leche	% humedad
Mozzarella Genuino (denominado de origen, de leche de búfalo italiano).	Leche cruda Leche pasteurizada	
Mozzarella tipo Americano, (leche de vaca)	Leche pasteurizada y acidificación directa. Leche pasteurizada y cultivos lácticos.	De alta humedad De baja humedad

**Fuente: Villegas A 1993**

### 3.8.3 Composición del queso mozzarella

La composición del queso mozzarella puede ser muy variable, en función de la calidad de la leche y el proceso de fabricación.

**Cuadro 2. Composición del queso Mozzarella (% en peso).**

TIPO DE QUESO	HUMEDAD %	SOLIDOS TOTALES %	GRASA %	PROTEIN A %
Mozzarella de leche entera (3% grasa).	53.6	46.4	18.0	22.1
Mozzarella de leche parcialmente descremada (2% grasa).	57.2	42.8	13.5	21.2
Mozzarella de baja humedad (queso para pizza).	47.0	53.0	23.7	25.0

Fuente: Kosikowki, 1977.

### 3.8.4 Métodos de fabricación del queso mozzarella

Para elaborar mozzarella tipo americano existen varias técnicas que difieren no solamente en la aplicación de un cultivo, o un ácido orgánico, sino también en el tiempo de proceso, el cual puede ir desde unas horas hasta dos días (Villegas 1993).

El empleo de cultivos lácticos termófilos reporta la ventaja de acortar sustancialmente el tiempo de fabricación. Es claro también, que cuando se utilizan ácidos orgánicos se logran procesos de tiempos más cortos, aunque no son los mejores productos; sobre todo en cuanto a calidad sensorial (Villegas 1993).

### 3.9 Descripción del proceso de elaboración del queso mozzarella

**Recepción:** La leche destinada para la elaboración de queso mozzarella debe presentar un acidez entre 11 a 13 D. (grados Dornic).

**Normalizado:** Es necesario ajustar el porcentaje de grasa entre el 2.5- 3% en promedio o tal como presente en el porcentaje de grasa la leche recepcionada

**Pasteurizado:** Esta operación se realiza a una temperatura de 63 °C por 30 minutos para la eliminación de microorganismos patógenos y el sistema enzimático de la leche.

**Primer enfriado:** Este primer enfriado se procede inmediatamente después de la pasteurización hasta 33-35 °C, condiciones en las que se activa la acción de microorganismos del cultivo láctico que se añade para la siguiente operación.

**Pre- maduración:** Se utiliza el cultivo en una concentración de 3 g por cada 100 litros de leche, diluidas en 100 ml de leche procesada tibia a una temperatura de 35 °C por un tiempo de 30 minutos.

**Segundo enfriado:** Después de concluir la pre-maduración se lleva a una temperatura de 33 °C.

**Cuajado:** Se adiciona, 15 gramos de cloruro de calcio y 6 ml de cuajo por cada 100 litros de leche; y luego se deja en reposo hasta que coagule a una temperatura de 33 °C por un promedio de 45 minutos.

**Cortado de cuajada:** Se realiza con mucho cuidado, para evitar partículas de cuajada, unidad de proceso que dura un tiempo de 15 minutos aproximadamente.

**Agitación:** Esta unidad de proceso se realiza mientras que se realiza el corte, el mismo que nos ayuda a identificar algunos floc-fractantes de mayor tamaño, en donde se tiene que incidir en el corte para obtener un tamaño de cubos de cuajada de 1.5 a 2 cm de arista aproximadamente. El agitado lento y constante, hace que los floc-fractantes adquieran cada vez mayor firmeza, momento en el cual tiene que detenerse la agitación que tiene una duración aproximada de 5 minutos.

**Desuerado total:** Se procede a eliminar todo el suero que rodea a la cuajada, el suero restante que queda dentro de los granos de cuajada, va saliendo lentamente, lo que ayuda a la acidificación de la cuajada cuidando al mismo tiempo en no desuerar demasiado, porque se corre el riesgo de que la masa sea de consistencia dura, lo que va a influir en el momento de hilado, porque no podría obtenerse la elasticidad adecuada por no contar la humedad que requiere que debe tener mayor 50% de la masa.

**Maduración de la cuajada:** Esta unidad de proceso se realiza cuando a la cuajada se deja en reposo a una temperatura ambiente por un tiempo aproximado de 3 horas, este es el tiempo que se requiere para incrementar la acidez hasta alcanzar un pH de 5.2 a 5.4 bajo una acidez en el suero de 42 °D – 43 °D. Según el esquema se puede explicar los cambios bioquímicos que se producen durante la maduración de la cuajada:

Para determinar la elasticidad de la cuajada, se realiza la prueba, en donde se:

- 1) Toman una porción de cuajada en un colador.
- 2) Se introduce la cuajada desmenuzada en agua en ebullición.
- 3) Con los dedos formar una masa reiterando el suero de la misma.

4) Estirar la masa un promedio de 100 cm aproximado sin romperse formando un hilo elástico, esto indica que la cuajada esta apta para el hilado.

**Molienda:** La cuajada se muele en forma manual o mecánica, al tamaño muy cercano al grano después del corte.

**Hilado de la cuajada:** Se adiciona agua caliente con la finalidad de soldar los gránulos de cuajada. Para un pH de 5.2 a 5.4 se debe adicionar agua caliente, los gránulos desmenuzados después de formar un masa no debe sobrepasar los 77 °C por que la masa se toma muy suave y se rompe con facilidad y no permite ser moldeada, se modifica la estructura química que se requiere para el hilado del queso mozzarella.

**Boleado:** Concluido el tratamiento del hilado, se desuera totalmente para proceder al boleado. Se procede al boleado a esta temperatura, aproximadamente a 50 °C cogiendo una porción, con guantes de goma estéril; una cantidad manejable de queso que permite formar una bola de 250 g aproximadamente que por presión hacia dentro con los dedos, se va logrando eliminar la humedad y el suero que aún queda y al mismo tiempo de formar la bola; se rompe la colilla que va dejando, hasta quebrarla por la misma presión a la que es sometida con las manos, sin necesidad de romperla a la fuerza. Se recomienda elaborar bolas casi del mismo peso (250 g).

**Inmersión en agua helada:** El queso Mozzarella debe enfriarse en agua helada menores a 4 °C para facilitar que el tipo llegue al punto medio y la bola no se deforme, este enfriamiento se produce en un tiempo de 2 horas; para luego almacenar en la cámara.

**Oreado:** Se lleva a temperatura ambiente, bajo condiciones estériles para evitar la contaminación por un tiempo aproximado de 1 hora. En cada etapa se elimina el agua residual de la superficie del queso Mozzarella.



**Envasado:** Colocar las bolas de Mozzarella en bolsas de polietileno individualmente, para luego agruparlas en pesos definidos según la demanda.

**Almacenado:** El tiempo de vida útil del queso Mozzarella es de 30 días bajo condiciones de refrigeración a una temperatura de 4 °C sin perder sus propiedades reológicas de un buen Queso Mozzarella. La estabilidad del queso Mozzarella con buenas características de buen queso se logra en un tiempo de 14 días aproximadamente.

### **3.10 Efecto de la temperatura en el queso mozzarella**

El queso mozzarella tiene un aspecto fibroso debido a la formación de fibras de proteína durante la cocción y proceso de estiramiento (Oberberg 1993). Estas fibras se forman porque los glóbulos de grasa en el queso físicamente obstaculizan la fusión de las cadenas de proteínas y son acumulados entre las fibras de proteínas.

La pérdida de matriz por temperatura se puede evitar mediante el uso de la acidificación directa debido a que más calcio se pierde durante la elaboración de queso mozzarella, que se traduce en un queso con matriz proteica más hidratada (Guinee 2002). Tal acidificación directa produce quesos típicamente con niveles más altos de humedad, con calcio a las proporciones de proteína que son 30% más bajo, y el aumento de propiedades de fusión en comparación al queso hecho por medio biológico o cultivos starter (Guinee 2002).

La temperatura afecta a los tiempos de generación de las bacterias según la fase de crecimiento, en general las bajas temperaturas lentifican el crecimiento bacteriano y todas las reacciones bioquímicas que ocurren en la cuajada, mientras que temperaturas más cálidas aceleran tales actividades. Es más, la actividad puede aumentar tanto, que la calidad del queso puede verse afectada adversamente, puesto que es importante que no todas las reacciones aumenten a la misma velocidad y la predominancia relativa de alguna de las rutas metabólicas pueda dar origen a sabores desagradables (Robinson 2002).

### **3.11 Efecto de la acidez y el (pH)**

La acidez del queso y el (pH) influyen en las propiedades funcionales de queso, sin embargo arriba de pH 5.0, esto parece tener un efecto indirecto sobre la solubilidad del calcio. La inyección de ácido en queso para bajar el pH aumenta la proporción de calcio soluble en el queso. Entre pH de 5.3 y 5.0, el queso se vuelve más suave y aumenta su derretimiento (Pastorino 2003). Ambos cambios son indicativos del aumento de la hidratación de la red de la proteína provocada por tener menos calcio unido a las caseínas. Por debajo de pH 5.0, la pérdida de solubilidad de las caseínas se convierte en el factor predominante que influye dicha funcionalidad de que los quesos pierden su capacidad para fundir y se extienden a pesar de que el calcio disminuye entre pH de 5.3 y 5.0, el queso se vuelve más suave y aumenta su derretimiento (Pastorino 2003).

Según una investigación realizada por Guinee (2004) en quesos producidos con pH de 5.9 (por acidificación directa) y pH de 5.5 (acidificación directa y adición con cultivos starter), se observó una mayor capacidad de estiramiento y fluidez en el queso con pH de 5.5; y similares niveles de calcio para los dos valores de acidez. (Metzger 2000).

Según Metzger (2000). Guinee (2004) estudió métodos por acidificación directa, determinándose que el ácido cítrico resultó en incremento en el rendimiento del queso mozzarella del 8.3% al 9.5% (Molina 1998); de igual manera con la utilización de ácidos cítrico, láctico y fosfórico en una segunda investigación, se reportó un incremento en el rendimiento de queso mozzarella del 8.3 al 9.4% con la utilización de ácido cítrico (Bernal 1999). Tanto la temperatura como la acidez tienen un papel muy importante en las características de derretimiento del queso, la misma que se refiere a la tendencia del queso rallado o picado para formar partículas en una masa continua por calentamiento (Kindstedt 1989).

## **3.12 Características y especificaciones de ácidos utilizados**

### **3.12.1 Ácido láctico**

El ácido láctico se obtiene por la fermentación láctica de azúcares o se prepara sintéticamente. Los productos comunes del comercio son soluciones de 50-90%. Su fórmula química es  $C_3H_6O_3$ . Al ser de grado alimenticio se usa directamente o diluido, de acuerdo a la concentración del ácido original y al producto a ser acidificado (FAO 2009).

### **3.12.2 Ácido cítrico**

El ácido cítrico puede ser producido por la recuperación de fuentes como jugo de limón o la fermentación de soluciones de carbohidratos con *Candida* spp. Su fórmula empírica es  $C_6H_8O_7$  (anhídrido). Su forma de uso es de forma directa o diluida, se usa como acidulante, secuestrante; antioxidante; agente saborizante (FAO 2009).

El manual de procedimiento la comisión del Codex Alimentarius establece los siguientes criterios para la evaluación del cumplimiento de la cantidad a utilizar de cada uno de los ácidos basado en buenas prácticas de manufactura:

La cantidad de aditivo añadido a los alimentos se limitará al mínimo nivel posible necesario para lograr el efecto deseado.

La cantidad de aditivo que se convierte en un componente de los alimentos como resultado de su uso en la fabricación, transformación o envasado de un alimento y que no está destinado para llevar a cabo cualquier daño físico, o de otro efecto técnico en el producto terminado en sí, se reduce a la medida de lo razonablemente posible, y el aditivo se elabora y maneja de la misma manera como ingrediente alimentario (Codex Alimentarius 2007).

Este método se basa en la sustitución de la fermentación natural necesaria para desmineralizar la cuajada por acidificación directa de la leche mediante un ácido orgánico.

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

### **3.13 Consideraciones respecto al cultivo (fermento)**

Desde el punto de vista del costo, es conveniente usar fermento semidirecto siempre y cuando se cuente con la estructura adecuada para su preparación (alta inversión y entrenamiento del personal) para evitar el problema fagos. Pero desde el punto de vista de la calidad, no existen diferencias siempre que sea utilizado un terreno de cultivo para evitar las variaciones estacionales en la composición y calidad microbiológica de la leche. Es más fácil producir calidad constante utilizando fermentos directos ya que utilizando fermentos directos es más fácil conseguir una mayor vida útil debido al alto pH de corte (queso más mineralizado). Para reducir el riesgo de browning sea utilizando fermentos mesófilos o lavado de la masa (o combinación de ambos) el costo siempre será mayor.

### 3.14 Elasticidad

Las propiedades funcionales del queso mozzarella son extremadamente importantes, la propiedad funcional más importante del queso mozzarella es su capacidad de estiramiento, la creación de cadenas largas cuando esté caliente. El estiramiento, también llamado fibrosidad, es la capacidad del queso fundido para formar bandas fibrosas que se deforman sin romperse bajo tensión. Elasticidad o "fuerza del estiramiento", es la capacidad de los filamentos fibrosos para resistir la deformación permanente. Por lo general la mayoría de investigaciones han evaluado la capacidad de estiramiento de forma manual mediante el uso de un tenedor (Sortwell 2004).

La elasticidad en los quesos se ve afectada por la presencia de grasa; las fracciones de caseína forman agregados compactos que originan un incremento de la firmeza y elasticidad del queso cuando la cantidad de grasa disminuye en la pasta. (Fox et al 2000).

### 3.15 Requerimientos de calidad del queso mozzarella

**Cuadro 3 Requerimiento físico-químico del queso Mozzarella.**

Determinación	Mínimo (%)	Máximo (%)
Extracto seco	35.00	-----
Humedad	-----	60.00
Cloruros	0.00	2.00
Acidez-Acido Láctico	0.40	0.80
Impurezas macroscópicas	0.00	0.06
Almidón	Ausencia	Ausencia
Grasa	25.00	45.00

Fuente: Editorial Cesca. México

### 3.16 Análisis sensorial

Es la disciplina científica que permite medir de forma objetiva y reproducible las características de un producto mediante los sentidos; es un elemento clave en la preferencia y aceptabilidad de los productos alimenticios por parte de los consumidores.

Es una función que la persona realiza desde la infancia y que le lleva, consciente o inconscientemente, a aceptar o rechazar los alimentos de acuerdo con las sensaciones experimentadas al observarlos o ingerirlos. Sin embargo, las sensaciones que motivan este rechazo o aceptación varían con el tiempo y el momento en el que se perciben ya que dependen tanto de la persona como del entorno (Sancho J. 2002).

De ahí la dificultad que con determinaciones de valor tan subjetivos, se pueda llegar a tener datos objetivos y fiables para evaluar la aceptación o rechazo de un producto alimentario. La importancia del análisis sensorial de alimentos en general se define, en sentido amplio, como un conjunto de técnicas de medida y evaluación de determinadas propiedades de los alimentos, a través de uno o más de los sentidos humanos. Existen diferentes tipos de pruebas entre ellas tenemos (Sancho J. 2002).

**Pruebas analíticas:** las cuales se realizan en condiciones controladas de laboratorio y son realizadas con jueces que han sido seleccionados y entrenados previamente (jueces analíticos). Las mismas se subdividen en pruebas discriminatorias (Diferenciación y sensibilidad) y descriptivas (escalares y descriptivas de perfil).

**Pruebas afectivas:** se realizan con personas no entrenadas ni seleccionadas, las que constituyen consumidores reales o potenciales del producto que se evalúa (jueces afectivos). Los resultados que de estas pruebas se obtienen siempre son de índole afectivo, mediante las mismas se puede conocer la aceptación, preferencia o nivel de agrado de uno o varios productos entre ellas están: aceptación, preferencia y escalares (Espinoza 2007)

### **3.17 Relación beneficio/costo**

También llamado índice de rendimiento, método de evaluación, basado en el "Valor Presente", y que consiste en dividir el valor presente de los ingresos entre el valor presente de los egresos.

Cuando se menciona los ingresos netos, se hace referencia a los ingresos que efectivamente se recibirán. Al mencionar los egresos presente se toman aquellas partidas que efectivamente generarán salidas de efectivo durante la elaboración del producto.

La relación beneficio / costo es un indicador que mide el grado de desarrollo y bienestar que un producto puede generar a una empresa. Para el cálculo se trae a valor presente los ingresos netos de efectivo asociados con el producto, se trae a valor presente los egresos netos de efectivo del producto. Se establece la relación entre el VPN de los Ingresos y el VPN de los egresos (Váquiro 2007).

Si este índice es mayor que 1 es aceptable; si es inferior que 1 no se acepta, ya que significa que la rentabilidad es inferior al costo del capital, relación de escaso interés reconsiderando que el precio lo fija el mercado y los clientes, por tanto para obtener beneficios, sólo podemos hacerlo reduciendo los costos tanto como sea posible (Krugman 2008).

### **3.18 Rendimiento**

El rendimiento lo podríamos definir como la relación entre la cifra de beneficios y la cantidad de materia prima inicial, para crear esos beneficios es una de las medidas más válidas y ampliamente utilizadas. Esta medida nos da el grado de eficacia operativa de todos los bienes y derechos que constituyen el patrimonio de la empresa, el cálculo del rendimiento sirve para evaluar las operaciones y tiene influencia decisiva sobre la toma de decisiones para la rentabilidad (Domínguez 2007).

## **IV. METODOLOGÍA**

### **4.1 Ubicación del experimento**

El presente estudio se realizó en la planta de procesamiento de lácteos LACTHOSA, específicamente en el área de sólidos, está ubicada en el departamento de Cortes, San Pedro Sula, Honduras C.A, Esta zona se encuentra a una altura de 534 metros sobre el nivel del mar, con una temperatura promedio de 34°C.

### **4.2 Materiales y equipo**

#### **4.2.1 Materiales y equipos**

Se trabajó con leche fluida entera pasteurizada usando un pasteurizador HTST, con una capacidad de 100 a 20,000 lts por hora, dicha leche se presenta entre 2-3% de grasa, la cual se midió utilizando un butirometro, también se usó cloruro de calcio cuajo chimogen, cultivo láctico y ácido cítrico al 95%.

En el laboratorio se realizaron los análisis de las variables respuestas para lo cual se utilizaron termómetros, peachimetro, y balanza de humedad. Como reactivos se usó alcohol etílico al 95%, medios de cultivo, agua destilada y peptonada, pipetas de 10ml, tubo de ensayo y probeta de 100ml.

Otros instrumentos que se usaron fueron: palas plásticas, mesas de acero inoxidable, marmita, empacadora al vacío, yogos, tina de acero inoxidable, cuchillos, liras y un cuarto frío para mantener almacenados los quesos a 4°C.



### 4.3 Manejo del Experimento

Lo primero que se realizó fue un reconocimiento de las instalaciones, materiales y equipos utilizados en el procesamiento de los diversos productos elaborados a partir de leche líquida. El experimento se realizó en cuatro fases:

#### 4.3.1 Elaboración del producto

Para una mejor comprensión de la realización de este procedimiento se debe ver en el flujo de proceso que describe cada paso que se realizó (ver en el nivel 3.9)

Para cada corrida experimental se utilizaron 40 lts de leche líquida con un porcentaje de grasa entre 2-3%, y una acidez de 11 °D. Agregándosele diferentes cantidades de cuajo y ácido cítrico. A continuación se muestra el cuadro de cada tratamiento que se realizó.

**Cuadro 4 Formulación de los ingredientes para cada tratamiento que se desarrolló.**

Ácido cítrico (gr)	Cuajo(ml)	Cloruro de calcio (gr)	Fermento (ml)
40	2	5	400
48	2.8	7	400
48	2	7	400
48	2.8	5	400
40	2.8	5	400
40	2	7	400
48	2	5	400
40	2.8	7	400

**Análisis físico-químico:** Estos análisis se hicieron cada dos días después de la elaboración del queso, se tuvo el cuidado de que cada equipo que se utilizó estuviera esterilizado y bien calibrado, al momento de hacer cada análisis se tomó una muestra considerable para poder tener una mejor lectura de cada parámetro.

**Análisis sensorial:** Se realizó tomando 10 jueces al azar del área de producción de sólidos, al momento del análisis se les dio un vaso con agua a cada uno para que

tomaran después de cada muestra, las muestras proporcionadas se hicieron en diferente orden aleatorio y se realizó en el laboratorio de análisis de la planta de lácteos LACTHOSA.

**Posteriormente la tabulación y discusión de los datos.** Para la tabulación de datos se utilizaron programas de Excel y un modelo estadístico de la Media y desviación estándar, seguidamente se tomaron los datos y se graficaron cada uno de ellos.

#### **4.4 Análisis estadístico**

En el presente trabajo se utilizó estadística descriptiva, considerando mediciones como la media, la desviación estándar, gráficos de frecuencia entre otras.

El modelo estadístico para la desviación estándar es el siguiente:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum x^2}{N} - \mu^2}$$

Dónde:

$\sigma$  = Desviación estándar

$\times$  = puntaje no procesado

$\mu$  = la media

N= número total de puntaje

$\sum x^2$  = sumatoria de los puntajes no procesados elevados al cuadrado.

#### **4.5 Variables a Evaluar**

##### **4.5.1 Porcentaje de grasa**

Se utilizó el método de Gerber, al cual se le añadió 10 ml de ácido sulfúrico con 6 ml de agua caliente, 3 gramos de quesos, 1 ml de alcohol isoamílico y agua caliente hasta que se llenó el butiro metro. Se tapó y agitó cuidadosamente varias veces hasta que se

hidrolizo totalmente la muestra, luego se simulo el movimiento de centrifuga por 5 min. Y se coloco en baño maría (65°C) de 5 a 10 min. Se observo el porcentaje de grasa directamente de la escala. Los parámetros normales de grasa en el queso mozzarella están entre 20-22 %.

#### **4.5.2 Humedad**

La humedad se determinó en una balanza de humedad que consistió en pesar 1 gramo de la muestra de queso, luego se coloco en un plato de metal dejándose durante determinado tiempo. La balanza de humedad permanece a una temperatura de 140°C. Esta variable se tomó inmediatamente después de terminada cada experiencia, es decir antes y después del almacenamiento, los parámetros normales de humedad en queso mozzarella son de 50-52%.

#### **4.5.3 pH**

Para evaluar esta variable se utilizó un medidor de pH (peachimetro), y se hizo con el propósito de detectar efectos secundarios del ácido cítrico sobre el pH del producto final. Se preparó el peachimetro de acuerdo con las instrucciones del aparato y se hizo la calibración con la solución buffer de pH conocido (4 y 7). Luego se ajusto el control de temperatura del aparato a la temperatura de la muestra, seguidamente se midió el pH del queso y se anotaron los resultados que se presentaron en la lectura de peachimetro, La medición se realizó durante la elaboración del queso y después de elaborado según los días de análisis de cada queso. Los parámetros para el queso mozzarella son de 5,20 como mínimo.

#### **4.5.4 Derretimiento**

Se tomo una muestra de queso mozzarella de 35 cm de diámetro y 8 cm de espesor, siendo estas las medidas que tiene el molde para la toma de cada muestra, luego la muestra se introdujo al microonda entre 25-30 segundos y posteriormente se saco dicha muestra del microondas, se midió la parte derretida más ancha que se presento al

momento de tomar los datos. Los parámetros mínimos para el derretimiento son de 70 cm.

#### **4.5.5 Estiramiento**

Se tomo una muestra de queso mozzarella de 35 cm de diámetro y 8 cm de espesor, siendo estas las medidas que tiene el molde para la toma de cada muestra, posteriormente la muestra se introdujo al microonda entre 25-30 segundos seguidamente se tomo dicha muestra, se estiro con una espátula hasta que se separaron los hilos del queso midiéndose con una cinta métrica, luego se tomaron los datos y se tomo nota de cada uno de ellos. El parámetro mínimo es de 60 pulgadas.

#### **4.5.6 Análisis Sensorial**

Se realizó un análisis exploratorio de aceptación con un panel compuesto por 10 personas relacionadas al área de lácteos, con el único fin de determinar la aceptación en los distintos atributos sensoriales del producto. Los atributos que se midieron fueron:

- Textura
- Sabor
- color

**Aplicación de la prueba:** Se pesó la muestra para la degustación de los jueces. En el área seleccionada para realizar la prueba, cada juez recibió una hoja de respuestas (Anexo 2) y cuatro muestras de queso mozzarella identificadas con un código rotulado. Al momento de la prueba, a los jueces se les explico lo que debían hacer y se les entrego las muestras a la misma vez para que tuvieran la oportunidad de comparar los sabores entre una y otra muestra. Posteriormente se les entrego las cuatro muestras restantes; esto se hizo porque no se puede realizar más de seis muestras en una ronda de análisis sensorial, por lo que se realizan dos rondas de cuatro muestras cada una.

Cuadro 5 Distribución de turnos en análisis sensorial. (Ver anexo 2)

	<b>Me gusta extremadamente</b>	<b>Me gusta mucho</b>	<b>Me gusta poco</b>	<b>Me es indiferente</b>	<b>Me disgusta un poco</b>	<b>Me disgusta mucho</b>	<b>Me disgusta extremadamente</b>
<b>Textura</b>	7	6	5	4	3	2	1
<b>Sabor</b>	7	6	5	4	3	2	1
<b>Color</b>	7	6	5	4	3	2	1

#### 4.5.7 Rendimiento

La cantidad de queso mozzarella se determinó mediante el pesado directo en una balanza después del desuerado e hilado de dicha cuajada. El rendimiento porcentual se definió como el número de kilogramos de queso obtenido a partir de 40 litros de leche estandarizada entre el 2.5-3% de grasa, de la siguiente forma:

$$\% \text{ rendimiento} = (\text{kilogramos de queso obtenido} / \text{litros de leche empleados}) * 100$$

#### 4.5.8 Relación beneficio/ costo

La relación beneficio/costo está representada por la relación ingresos/egresos. El análisis de la relación beneficio costo toma valores mayores, menores o iguales a 1, lo que implica que:

- B/C mayor a 1 implica que los ingresos son mayores que los egresos, entonces el producto es aconsejable.
- B/C menor a 1 implica que los ingresos son menores que los egresos, entonces el producto no es aconsejable. Se utilizará la tasa marginal de retorno (TMR) haciendo uso de la siguiente fórmula:

$$\text{TMR} = \frac{\text{INGRESOS}}{\text{EGRESO}}$$

## V RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 5.1 Análisis sensorial

Luego de haber desarrollado el queso mozzarella en los distintos tratamientos, se recurre al análisis sensorial, considerando los parámetros de textura, sabor y color para determinar la aceptabilidad del producto, con un grupo de 10 personas, como un elemento clave en la preferencia y aceptabilidad de los productos alimenticios como representantes de los consumidores.

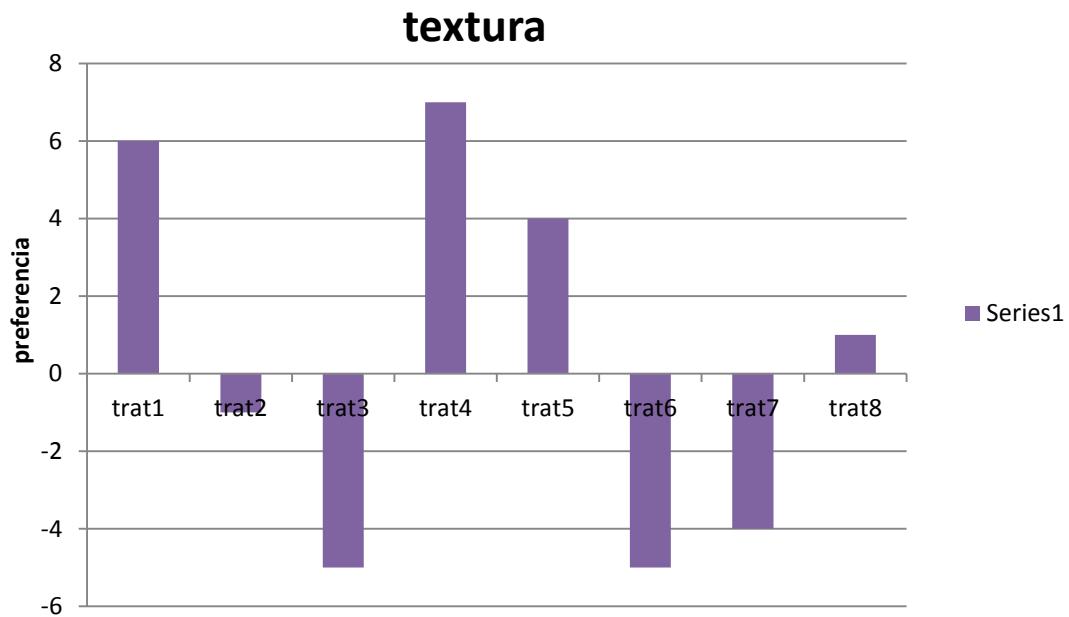
#### 5.1.1 Textura

Como se presenta en la Figura 1, el Tratamiento (Trat) 1 y 4 fueron los que tuvieron mayor aceptación, (ac. cítrico 40, 48 g/40 L; cuajo 2, 2.8 ml/40 L;  $\text{ClCa}^+$  5, 5 g/40 L respectivamente). Y los que menos gustaron fueron los (Trat) 3 y 6, (ac. cítrico 48, 40 g/40 L; Cuajo 2, 2. ml/40 L;  $\text{ClCa}^+$  7, 7 g/40 L; respectivamente) ver figura 2.

Esto se debe posiblemente a que las relaciones de los niveles o cantidades de ácido, cuajo y cloruro de calcio hicieron que la matriz proteica del queso presentara una mejor estructura y por ende el tratamiento 4 presentó la mejor aceptación, tal como lo menciona Pavia et al 1999, que confirma que en el caso específico del queso, la estructura depende fundamentalmente de sus componentes químicos, tales como agua, cloruro de sodio, proteína y grasa, entre otros. Por lo tanto, variar diferentes niveles de ácido cítrico y cloruro de calcio influyó en el comportamiento de las proteínas y provocó cambios de textura. También resulta de gran importancia el estudio de la evolución que estos componentes experimentan a lo largo del proceso de maduración.

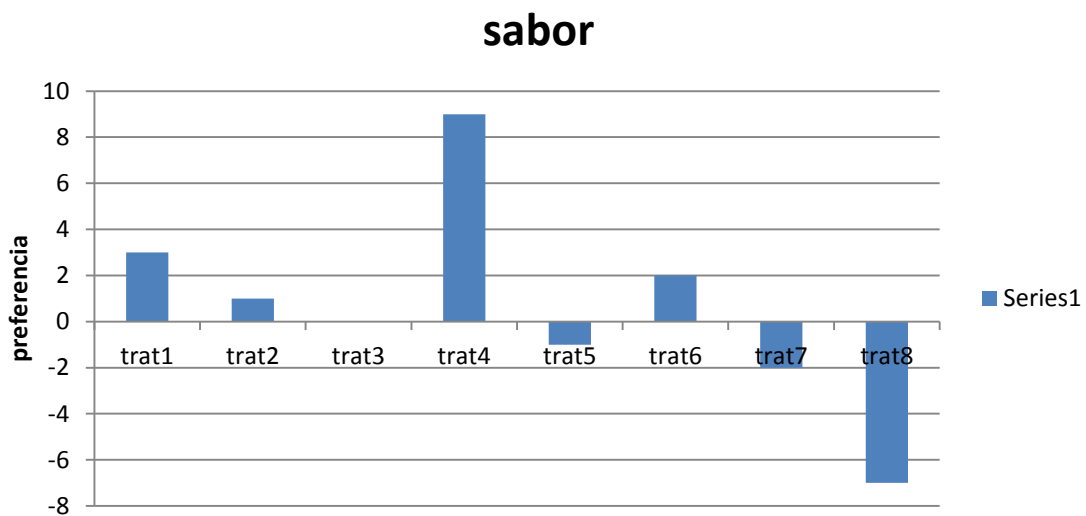
Vale mencionar lo reportado por la textura (Sing 1996). Del queso se debe a la humedad con la que se inicia al momento de hilarlo, al utilizar ácidos existe mayor retención de calcio, que a su vez juega un papel importante en la textura.

**Figura 1 Analisis sensorial aceptacion de la textura para los ocho tratamientos.**



### 5.1.2 Sabor

Como se presenta en la Figura 2 igual que en la variable anterior el Tratamiento 4 tuvo una mejor aceptación en cuanto a la variable del sabor, y el que presentó la menor aceptación fue el Tratamiento 8 (ac. cítrico 40 g/40 L, cuajo 2.8 ml/40 L, y 7 g de  $\text{ClCa}^+$ ). Dado que el tratamiento 4 presentó una mejor textura, por lo tanto, tuvo una mejor aceptación de sabor, esto se debe posiblemente a que un nivel alto de ácido cítrico (48 g/40 L) y un nivel alto de  $\text{ClCa}$  (7 g), influyeron en el agua ligada y se dio un reordenamiento micelar que influyó en la estructura proteica y provocó diversos sabores.



**Figura 2 Analisis sensorial aceptacion del sabor para los ocho tratamientos.**

Es de mencionar que el sabor es una característica láctica de todo tipo de queso, sin embargo, con la adición de ácido cítrico se espera obtener sabores neutros es decir poco definido, tal como lo menciona (Inte Lacteos 2007).

El sabor es la impresión que nos causa un alimento u otra sustancia, y está determinado principalmente por sensaciones químicas detectadas por el gusto.

Finalmente se considero que el tratamiento N° 8 no fue de mucho agrado para los jueces calificadores, esto se presentó posiblemente a consecuencia de la cantidad de cloruro de calcio presente en este tratamiento ya que fue superior a los demás tratamientos.

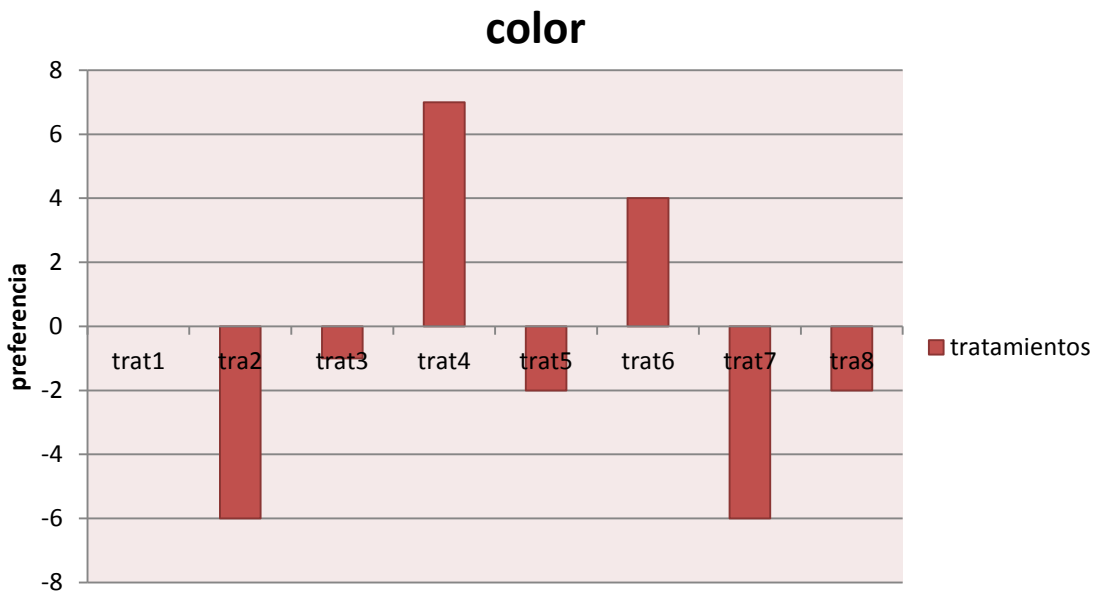
### 5.1.3 Color

Vale recordar que esta variable se midió después del almacenamiento de 20 días a una temperatura de 4 °C.

La Figura 4 presenta que al igual que el análisis de las variables Textura y Sabor el Tratamiento 4 fue el de mayor aceptación en cuanto a su color. No ocurrió lo mismo para los tratamientos 2 y 7, (ac. cítrico 48, 48 gr/40 L; cuajo 2.8 y 2 ml/40 L;  $ClCa^+$  7 y



5 g/40 L, respectivamente) quienes presentaron la menor aceptación. Ambos tratamientos (2 y 7) presentan los extremos de los niveles estudiados, lo que sugiere buscar puntos centrales o mejores combinaciones entre estos niveles. Sin embargo, estos cambios de color pueden estar más influenciados por el cloruro de calcio, ya que (Hurley 2010). manifiesta que sal nitrificada tiene que ver en este atributo de color.



**Figura 3** Análisis sensorial aceptación del color para los ocho tratamientos.

## 5.2 Análisis físico químico del queso mozzarella

### 5.2.1 Evolución de la Humedad del queso en el tiempo.

El Cuadro 5 presenta la humedad de los quesos evaluada a los 2, 4, 7, 11, 16, 22 días de almacenamiento a 4°C, se puede observar que el tratamiento 1 y 3 iniciaron con valores bajos de humedad (28.67 y 39.85 %) pero con el tiempo hubo un incremento (40.89 y 51.45 %), sin embargo, estos presentaron las mayores desviaciones estándar (4.9 y 5.1 respectivamente). El tratamiento 4 presentó el valor medio más alto de humedad (54.93%) y una desviación de 1.15, esto significa que los niveles de ac. cítrico 48 g/40 L; cuajo 2.8 ml/40 L; ClCa<sup>+</sup> 7 g/40 L, forman buena combinación para que no se den cambios en la pérdida de humedad.

El tratamiento 6 fue el que presento la desviación más pequeña (0.87), sin embargo el valor medio de humedad en el tiempo (51.68) fue inferior al tratamiento 4.

**Cuadro 6 Evaluación de la humedad para los ocho tratamientos.**

Evaluación de humedad								
TIEMPO DIAS	Trat1	Trat2	Trat3	Trat4	Trat5	Trat6	Trat7	Trat8
2	28.67	51.62	39.85	55.75	49.75	52.06	53.88	50.15
4	40.1	50.53	54.14	54.97	51.55	50.37	54.3	52.56
7	42.09	53.96	52.08	56.77	50.45	51.67	52.12	51.71
11	41.56	49.68	53.76	54.89	52.12	52.35	53.15	50.03
16	43.13	52.34	54.78	53.23	50.79	50.78	51.46	53.44
22	40.89	51.01	51.45	53.97	52.91	52.87	52.01	52.45
Media	39.41	51.52	51.01	54.93	51.26	51.68	52.82	51.72
desv stan	4.9	1.4	5.1	1.15	1.1	0.87	1.0	1.3

Según Kosikowki 1977, menciona que los quesos mozzarella fabricados de leche de vaca con un 3% de grasa deben tener un 53.6 % de humedad y el tratamiento 4 es el único que alcanza dicha humedad.

### 5.2.2 Evaluación de derretimiento

Según lo expresado y la experiencia por los técnicos de la empresa Lacthosa se buscan valores altos de derretimiento. El cuadro 6 presenta que el tratamiento 2 inicia con valores de derretimiento altos (171.42 mm), en comparación con el resto de tratamientos, y este con el tiempo decrece gradualmente hasta alcanzar el valor medio de (145.23 mm), con una desviación de 19.2, seguido del tratamiento 4 (140.47 mm) con una desviación estándar de 12.8. El tratamiento 1 presento los valores más bajos con un valor medio de 71.43 mm. Sin embargo, para la empresa un valor de derretimiento de 70 mm es aceptable y debe ser el valor mínimo.

Tomando en consideración lo expresado por Pastorino 2003, quien menciona que valores de pH de 5 y 5.3 hacen que el queso se vuelva más suave y aumenta su derretimiento, esto hace pensar que al incrementar o variar la acidez de igual forma variara su pH respectivamente, lo que se puede apreciar en los resultados encontrados.

**Cuadro 7 Evaluación del derretimiento para los ocho tratamientos.**

TIEMPO DIAS	Trat1	Trat2	Trat3	Trat4	Trat5	Trat6	Trat7	Trat8
2	85.71	171.42	100.00	128.57	100.00	71.43	100.00	85.71
4	71.43	142.85	128.57	128.57	100.00	100.00	114.28	100.00
7	71.43	114.28	100.00	157.14	100.00	71.43	100.00	100.00
11	57.14	157.14	100.00	128.57	128.57	157.14	114.28	114.28
16	57.14	128.57	100.00	157.14	128.57	142.85	100.00	128.57
22	85.71	157.14	114.28	142.85	114.28	128.57	100.00	114.28
Media	71.43	145.23	107.14	140.47	111.90	111.90	104.76	107.14
desvi stand	11.7	19.2	10.9	12.8	12.8	33.4	6.7	13.7

### 5.2.3 Evaluación de estiramiento

Al igual que en la variable anterior lo que se busca es obtener valores altos de estiramiento, el Cuadro 7 nos muestra que el tratamiento 4 inicia con valores bajos y que a medida pasa el tiempo de almacenamiento va aumentando gradualmente hasta alcanzar un valor medio alto de (68.83 pulgadas) con una desviación estándar de 6.96. Seguido del tratamiento 5 que tiene una media de (67.50 pulgadas) y con una desviación estándar de 4.19. El tratamiento que presento los valores más bajos fue el tratamiento 1 (18.83 pulgadas) con una desviación estándar de 14. El tratamiento 6 presento la desviación más alta con un valor de 21.42.

**Cuadro 8 Evaluación del estiramiento para los ocho tratamientos.**

TIEMPO DIAS	Trat1	Trat2	Trat3	Trat4	Trat5	Trat6	Trat7	Trat8
2	12	65	40	80	60	12	60	58
4	14	67	70	65	65	48	63	60
7	13	71	72	63	70	47	62	62
11	12	64	70	60	67	71	60	65
16	12	65	71	70	70	73	65	70
22	50	67	73	75	73	70	63	71
Media	18.83	66.50	66.00	68.83	67.50	53.50	62.17	64.33
desv stan	14	2.29	11.7	6.96	4.19	21.42	1.77	4.85

Un queso con un estiramiento de 60 pulgadas es aceptable, y los tratamiento 1 y 3 tiene valores inferiores a este, lo que ocurrió es que al momento de elaborar el queso hubo un incremento de la temperatura al momento del cuajado, lo que conduce a pensar que las

proteínas se desmineralizaron y no se logró la suficiente retención de humedad provocando que dicha matriz proteica fuera débil.

#### 5.2.4 Evaluación de grasa

El Cuadro 8 presenta los porcentajes de grasa de cada queso evaluados a los 2, 4, 7, 11, 16, y 22 días después de elaborado dicho queso, se puede observar que el tratamiento 1 presenta un valor medio de 27 % más alta con respecto a los demás tratamientos, seguido se tiene al tratamiento 4 con un porcentaje de grasa de 23%, sin embargo, el tratamiento 8 y 7 presenta un valor medio de 18% y una desviación de 1.11. Que es el valor reportado por Kosikowki 1977, para los quesos mozzarella de leche de vaca con un 3% de grasa.

**Cuadro 9 Evaluación de grasa para los ocho tratamientos.**

TIEMPO DIAS	Trat1	Trat2	Trat3	Trat4	Trat5	Trat6	Trat7	Trat8
2	26	18	18	26	19	22	14	17
4	24	19	24	20	25	19	18	19
7	25	18	16	21	16	16	21	17
11	28	28	23	21	18	21	19	18
16	29	20	17	26	18	20	18	19
22	27	22	18	22	19	19	19	20
<b>Media</b>	<b>27</b>	<b>21</b>	<b>19</b>	<b>23</b>	<b>19</b>	<b>20</b>	<b>18</b>	<b>18</b>
<b>desv stan</b>	<b>2</b>	<b>3.48</b>	<b>3.04</b>	<b>2.43</b>	<b>2.79</b>	<b>1.89</b>	<b>2.11</b>	<b>1.11</b>

#### 5.2.5 Evaluación del pH

En el Cuadro 9 se muestra el pH obtenido en cada evaluación según los días de análisis de cada queso, se puede observar que el tratamiento 8 comenzó con 5,3 y se mantuvo hasta el día 7 del análisis, luego hubo un pequeño incremento alcanzado un pH de 5,35 pero al final del análisis se mantuvo con un pH de 5,3 para obtener una media de (5,31) y una desviación estándar de 0.02 muestra los mejores resultando en relación al pH del queso mozzarella, sin embargo el tratamiento 1 muestra una media de (5,57) mayor al resto de los tratamientos pero con una desviación estándar de 0.2 menor al resto de tratamientos, y el tratamiento 6 presento una mayor desviación estándar con un 0.13, pero con una media de 5,45. Vale recordar que el valor mínimo de pH debe ser de 5.2.

**Cuadro 10 Evaluación del pH para los ocho tratamientos.**

TIEMPO DIAS	Trata1	Trat2	Trat3	Trat4	Trat5	Trat6	Trat7	Trat8
2	5.73	5.6	5.4	5.4	5.4	5.43	5.15	5.3
4	5.72	5.58	5.35	5.31	5.48	5.62	5.5	5.32
7	5.61	5.25	5.3	5.53	5.52	5.63	5.45	5.3
11	5.74	5.5	5.35	5.46	5.56	5.35	5.47	5.35
16	5.38	5.15	5.43	5.44	5.5	5.36	5.2	5.31
22	5.25	5.31	5.4	5.42	5.45	5.32	5.21	5.3
Media	5.57	5.40	5.37	5.43	5.49	5.45	5.33	5.31
desv stan	0.2	0.17	0.04	0.07	0.05	0.13	0.15	0.02

Como se sabe en la elaboración de alimentos uno de los parámetros que influye en las características y/o parámetros de calidad es el pH, así en los quesos mozzarella este factor tiene una gran importancia y en las variables estudiadas en este trabajo.

Pastorino 2003, menciona que el pH influye en las propiedades funcionales de queso, sin embargo arriba de pH 5.0, esto parece tener un efecto indirecto sobre la solubilidad del calcio. La inyección de ácido en queso para bajar el pH aumenta la proporción de calcio soluble en el queso. Entre pH de 5.3 y 5.0, el queso se vuelve más suave y aumenta su derretimiento.

Ambos cambios son indicativos del aumento de la hidratación de la red de la proteína provocada por tener menos calcio unido a las caseínas. Por debajo de pH 5.0, la pérdida de solubilidad de las caseínas se convierte en el factor predominante que influye dicha funcionalidad de que los quesos pierden su capacidad para fundir y se extienden a pesar de que el calcio disminuye, entre pH de 5.3 y 5.0, el queso se vuelve más suave y aumenta su derretimiento (Pastorino 2003).

Según una investigación realizada por Guinee (2004) en quesos producidos con pH de 5.9 (por acidificación directa) y pH de 5.5 (acidificación directa y adición con cultivos starter), se observó una mayor capacidad de estiramiento y fluidez en el queso con pH de 5.5; y similares niveles de calcio para los dos valores de acidez. (Metzger 2000).

### 5.3 Rendimiento

La Figura 5 se muestran los rendimientos obtenidos en los diferentes tratamientos estudiados en el desarrollo de queso mozzarella. El tratamiento 4 presento un rendimiento más alto con un 11.36%, en comparación con los otros tratamientos, seguido por el tratamiento 5 con 11.02%. Sin embargo, el tratamiento 1 es el que tiene el menor rendimiento 8.64%. Esto significa que de 40 litros de leche utilizada por bach el tratamiento 1 produjo 8.64 libras y el tratamiento 4 produjo 11.02 libras, lo que representa que al variar la acidez se da una variación en el rendimiento.

Metzger (2000) y Guinee (2004) estudiaron métodos por acidificación directa, determinándose que el ácido cítrico resultó en incremento en el rendimiento del queso mozzarella del 8.3% al 9.5% (Molina 1998); de igual manera con la utilización de ácidos cítrico, láctico y fosfórico en una segunda investigación, se reportó un incremento en el rendimiento de queso mozzarella del 8.3 al 9.4% con la utilización de ácido cítrico (Bernal 1999).

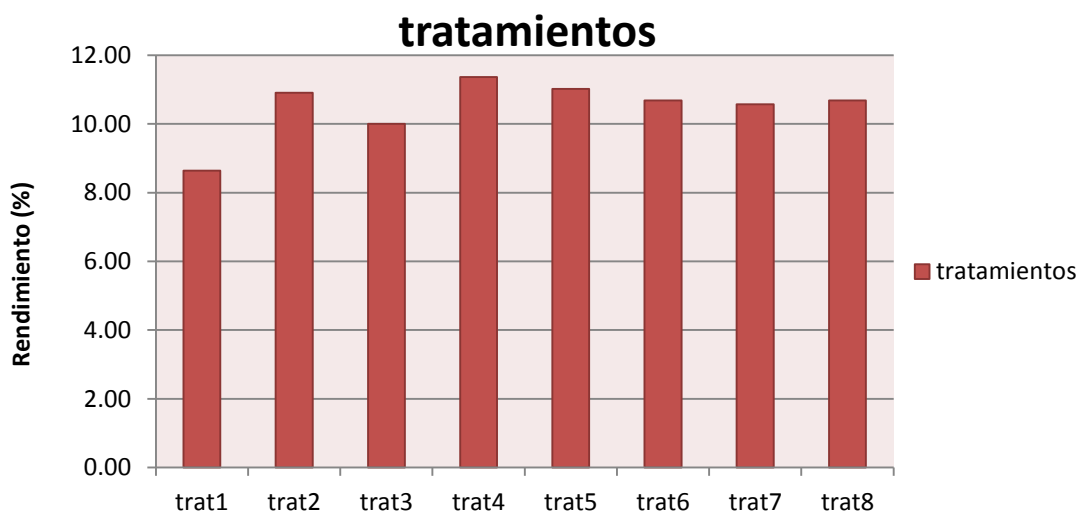


Figura 4 Rendimiento de los ochos tratamientos del producto terminado.

Además Hansen, 1999, menciona la influencia más importante para obtener un buen rendimiento es el porcentaje de humedad del queso, normalmente cuando mayor sea el porcentaje de agua de un queso, mejor será el rendimiento de dicha fabricación. Y en

este caso el tratamiento N°4 tiene un porcentaje de humedad mayor con respecto a los otros tratamientos.

#### 5.4 Análisis de beneficio/costo

La variable Beneficio/costo se refiere a la utilidad por cada lempira invertido. Según el análisis económico realizado el tratamiento que más utilidad presenta es el que obtuvo un mejor rendimiento y es el tratamiento 4 con 1.79, seguido por el tratamiento 5 con una relación de 1.74; esto nos demuestra que la elaboración del queso mozzarella agregándole ácido cítrico es muy rentable ya que en ninguna muestra se obtuvieron perdidas y todas generan un buena utilidad para la empresa. (Cuadro 11).

**Cuadro 11 Relación beneficio/costo.**

Tratamientos	Ingresos (Lps.)	Egresos (Lps.)	Utilidad (Lps.)	Relación/ beneficio costo
trat1	518.18	380.44	137.74	1.36
trat2	654.55	382.04	272.51	1.71
trat3	600	381.55	218.45	1.57
trat4	681.82	381.11	300.71	1.79
trat5	661.36	380.94	280.42	1.74
trat6	640.91	380.16	260.75	1.69
trat7	634.09	379.39	254.70	1.67
trat8	640.91	381.88	259.03	1.68

La menor relación beneficio/costo la presenta el tratamiento 1 con nivel de inclusión de ácido cítrico con una cantidad de 40 gramos, 2 ml de cuajo y 5 gramos de cloruro; ya que su rendimiento fue menor debido a la poca humedad que presento el queso, vale recordar que este tratamiento es el que tiene los niveles más bajos Ver cuadro 4. Los ingresos reportados para cada tratamiento se obtuvieron haciendo uso de los precios de venta del queso mozzarella en la planta procesadora de lácteos (LACTHOSA), en el cálculo de los costos se tomó el precio de los insumos adquiridos por la misma.

## VI CONCLUSIONES

- El queso mozzarella en el tratamiento 4, cuyo nivel de adición de ácido cítrico es 48 g, cuajo 2.8 ml y 5 g de ClCa por 40 litro de leche, genero un mayor rendimiento de un 11.36%
- El tratamiento 4 mostro un mayor porcentaje de aceptación en las variables sensoriales estudiadas, esto se debe que con el tiempo de almacenamiento los queso mejoran su textura, sabor y por ende su color. Esto esta influencia por los niveles altos de cada ingrediente utilizado (ac. cítrico 48, cuajo 2.8, ClCa).por cada 40 litros de leche.
- Después de analizar los costos se verifico que es un queso que se puede elaborar y se obtendrá un buen rendimiento y por ende buena ganancia para dicha empresa que lo desarrolle.



## VII RECOMENDACIONES

- Capacitar al personal encargado para efectuar la prueba de análisis sensorial y construir una sala de evaluación para los diferentes quesos que se producen en la planta procesadora de lácteos LACTHOSA.
- Comprar el equipo necesario para la realización de este queso como ser: peachimetro, texturometro, y colorímetro en la planta procesadora de lácteos LACTHOSA.
- Realizar más corridas experimentales por cada uno de los tratamientos para obtener mejores resultados tanto en los análisis físicos químicos y sensoriales que se aplicaron durante la elaboración del queso mozzarella.
- Desarrollar una prueba con una cantidad considerable de leche con el mejor tratamiento que se obtuvo ya que se pueden observar otros factores que puedan interferir al momento de evaluar las variables.
- Se recomienda implantar el método de acidificación directa en la elaboración del queso mozzarella, como una alternativa más rentable en la industria láctea.



## VIII BIBLIOGRAFÍAS

Agudelo Gómez Antonio D., Bedoya Mejía Oswaldo, 2005. *Composición nutricional de la leche de ganado vacuno*, (en línea), Colombia, revista lasallista de investigación, enero-junio, /vol. 2, número 001, pp. 38-42. Citado el 10 de mayo 2011, Disponible en, <http://redalyc.uaemex.mx/pdf/695/69520206.pdf>.

Hernández P., Díaz E., 2002. *Elaboración de queso mozzarella a partir de leche de Bubalus bubalis*, (en línea), Perú, Revista Amazónica de Investigación Alimentaria, v. 2 n° 2 pp. 19 – 30. Citado el 12 de mayo 2011, disponible en, <http://www.unapiquitos.edu.pe/links/facultades/alimentarias/v22/2.pdf>.

HAZARD T. 1997. *Calidad de Leche*, (en línea), Serie Carillanca N° 62. pp.33- 44. Consultado el 12 de mayo 2011, disponible en, <http://www.inia.cl/quilamapu/inproleche/articulosd/Calidad%20de%20leche.pdf>

Galván M. 2005. *Proceso básico de la leche y El queso*, (en línea), Revista Digital Universitaria, Volumen 6 Número 9, ISSN: 1067-6079. pp. 5-17.citado el 15 de mayo 2011, disponible en, [http://www.revista.unam.mx/vol.6/num9/art87/sep\\_art87.pdf](http://www.revista.unam.mx/vol.6/num9/art87/sep_art87.pdf).

Arciniega A. 2010. *Evaluación de ácido cítrico y láctico en la elaboración de queso mozzarella*, (en línea), tesis, pp. 5-10. Citado el 16 de mayo 2011, disponible en, [http://zamo-oti-02.zamorano.edu/tesis\\_infolib/2010/T2902.pdf](http://zamo-oti-02.zamorano.edu/tesis_infolib/2010/T2902.pdf).

González M. 2002. *Tecnología para la Elaboración de Queso Blanco, Amarillo y Yogurt*, (en línea), citado el 16 de mayo 2011, disponible en, [http://www.argenbio.org/doc/tecnologia\\_para\\_la\\_elaboracion\\_de\\_queso.pdf](http://www.argenbio.org/doc/tecnologia_para_la_elaboracion_de_queso.pdf).

La universidad del Zulia, 2004. *Determinación de grasa y sólidos totales en leche y Derivados*, (en línea), Maracaibo Venezuela, citado el 18 de mayo 2011, disponible en, [http://www.revistavirtualpro.com/files/ti27\\_200512.pdf](http://www.revistavirtualpro.com/files/ti27_200512.pdf).

Ártica L., 2009. *Queso mozzarella*, (en línea). Editorial CESCA. MÉXICO Vol. II, pp.3-10, citado el 20 de mayo 2011, disponible en, <http://www.scribd.com/doc/55039649/Queso-Mozzarella>.

SAG (Secretaria de Agricultura y Ganadería). 2002, Mesa Agrícola Hondureña, *Leche*,(en línea) pp.1-29, citado el 20 de mayo 2011, disponible en, [http://www.google.com/#sclient=psy&hl=es&source=hp&q=MESA+AGR%C3%8DCOLA+HONDURE%C3%91A+leche&btnG=Buscar+con+Google&aq=f&aqi=&aql=&oq=&psj=1&bav=on.2,or.r\\_gc.r\\_pw.&fp=908d57bef2e16260&biw=1093&bih=543](http://www.google.com/#sclient=psy&hl=es&source=hp&q=MESA+AGR%C3%8DCOLA+HONDURE%C3%91A+leche&btnG=Buscar+con+Google&aq=f&aqi=&aql=&oq=&psj=1&bav=on.2,or.r_gc.r_pw.&fp=908d57bef2e16260&biw=1093&bih=543).

FAO, 1998. *Procesamiento de lácteos*, (en línea) citado el 21 de mayo 2011, disponible en, [http://www.fao.org/inpho/content/documents/vlibrary/new\\_else/x5692s/x5692s00.htm](http://www.fao.org/inpho/content/documents/vlibrary/new_else/x5692s/x5692s00.htm).

Mahaut M., 2003, *Introducción a la tecnología quesera*, (en línea), Editorial Acribia, citado el 25 de mayo 2011, disponible en, <http://rodrigoventas-lacoctelera-net.lacoctelera.net/post/2011/04/17/introduccion-la-tecnologia-quesera>.

Robinson R., Wilbey R., 2002. *Fabricación de Queso*. (libro). 2<sup>da</sup> edición Edit. Acribia, S.A., Zaragoza España. citado el 25 de mayo 2011.

Sancho J., Bota E., Castro J., 2002, *Introducción al Análisis Sensorial de los Alimentos*, (en línea), Alfa omega grupo editor, Barcelona, España, pp.336, citado el 23 de mayo 2011, disponible en, [http://books.google.com/books?id=cw1\\_dn02I8C&pg=PA23&lpg=PA23&dq=Es+una+funci%C3%B3n+que+la+persona+rea](http://books.google.com/books?id=cw1_dn02I8C&pg=PA23&lpg=PA23&dq=Es+una+funci%C3%B3n+que+la+persona+rea).

Revilla, A. 2000. Tecnología de la leche. 3<sup>ra</sup> edición revisada, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras, Centroamérica. Citado el 26 de mayo 2011.

Mahaut, M. et, al. 2004. Productos lácteos industriales. Edit. Acribia, S. A: Zaragoza, España, Citado el 26 de mayo 2011.

Santini, Z. et, al.2007. Evaluación de la textura en quesos de oveja. (En línea), Revista Fave, Ciencias Agrarias, pp.8, citado el 28 de mayo del 2011, disponible en, [http://bibliotecavirtual.unl.edu.ar:8180/publicaciones/bitstream/1/361/4/fave\\_agr\\_v5\\_6\\_n1\\_2\\_p7\\_14.pdf](http://bibliotecavirtual.unl.edu.ar:8180/publicaciones/bitstream/1/361/4/fave_agr_v5_6_n1_2_p7_14.pdf)

CHR Hansen, 1999. El rendimiento en la elaboración de quesos. (En línea), en noticias N°32 .citado el 30 de noviembre del 2011, disponible en, <http://www.slideshare.net/adriavigu/tema-3-rendimiento>

# **ANEXOS**

**Anexo 1 Formulación de los ingredientes para cada tratamiento que se desarrolló.**

Ácido cítrico (gr)	Cuajo(ml)	Cloruro de calcio (gr)	Fermento (ml)
40	2	5	400
48	2.8	7	400
48	2	7	400
48	2.8	5	400
40	2.8	5	400
40	2	7	400
48	2	5	400
40	2.8	7	400

## Anexo 2 Hoja de respuesta del análisis sensorial.

### CARRERA DE TECNOLOGÍA ALIMENTARIA

Nombre \_\_\_\_\_ Fecha \_\_\_\_\_

Producto: queso mozzarella

Instrucciones: Pruebe cada una de las muestras de queso mozzarella que se le presentan y marque donde corresponda de acuerdo a su opinión. Por favor tomar agua después de probar cada muestra.

#### CATEGORÍA

<b>Me gusta extremadamente</b>	<b>Me gusta mucho</b>	<b>Me gusta poco</b>	<b>Me es indiferente</b>	<b>Me disgusta un poco</b>	<b>Me disgusta mucho</b>	<b>Me disgusta extremadamente</b>
--------------------------------	-----------------------	----------------------	--------------------------	----------------------------	--------------------------	-----------------------------------

#### TEXTURA:

MUESTRA	EVALUACIÓN				

#### SABOR:

MUESTRA	EVALUACIÓN				

#### COLOR:

MUESTRA	EVALUACIÓN				

#### COMENTARIOS:

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Gracias por su participación.



### Anexo 3 Flujo grama para la elaboración de queso mozzarella.

