



UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA
La Universidad Católica de Loja

ÁREA BIOLÓGICA

TITULACIÓN DE INGENIERO EN INDUSTRIAS AGROPECUARIAS

**Adaptación tecnológica para la elaboración de queso mozzarella en el
cantón Quilanga.**

TRABAJO DE FIN DE TITULACIÓN.

AUTORA: Patiño Montaña, Susana Judith

DIRECTOR: Fernández Arias, José Miguel, Ing.

LOJA - ECUADOR

2014

APROBACIÓN DEL DIRECTOR DEL TRABAJO DE FÍN DE TITULACIÓN

Ingeniero

José Miguel Fernández Arias

DOCENTE DE LA TITULACIÓN

De mis consideraciones:

El presente trabajo de fin de titulación: Adaptación tecnológica para la elaboración de queso mozzarella en el cantón Quilanga realizado por Susana Judith Patiño Montaña; ha sido orientado y revisado durante su ejecución, por lo cual se aprueba la presentación del mismo.

Loja, septiembre de 2014

f).....

DECLARACIÓN DE AUDITORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

“Yo Patiño Montaña Susana Judith declaro ser autora del presente trabajo de fin de titulación: Adaptación tecnológica para la elaboración de queso mozzarella en el cantón Quilanga, de la titulación de Ingeniero en Industrias Agropecuarias, siendo José Miguel Fernández Arias director del presente trabajo; y eximo expresamente a la Universidad Técnica Particular de Loja y a sus representantes legales. Además certifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de mi exclusiva responsabilidad. Adicionalmente declaro conocer y aceptar la disposición del Art. 67 del Estatuto Orgánico de la Universidad Técnica Particular de Loja que en su parte pertinente textualmente dice: “Forman parte del patrimonio de la Universidad la propiedad intelectual de investigación, trabajos científicos o técnicos y tesis de grado que se realicen a través, o con el apoyo financiero, académico o institucional (operativo) de la Universidad”

f.

Autor: Patiño Montaña Susana Judith

CI: 1103675516

DEDICATORIA

A mis hijos, quienes han sido mi apoyo y mi motivo para la realización del presente trabajo y he aquí mi tesis dedicada a los seres que dan sentido a mi vida Stalin y Arianna

Susana Patiño

AGRADECIMIENTO

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

A mi familia 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.

Al Universidad Técnica Particular de Loja y por medio de ella a la Titulación en Ingeniería en Industrias Agropecuarias, por abrir sus puertas y saciar mi búsqueda de conocimientos.

Al Ing. José Miguel Fernández, por su paciencia, amistad y apoyo incondicional en todo momento, por ser mi tutor de tesis.

Al Gobierno Autónomo Descentralizado del cantón Quilanga, quien me brindo la apertura para el desenvolvimiento de las actividades de la investigación.

Y finalmente infinitas gracias a todas las personas que contribuyeron a hacer realidad uno de mis más hermosos sueños.

Susana Patiño

ÍNDICE DE CONTENIDO

CARÁTULA	i
APROBACIÓN DEL DIRECTOR DEL TRABAJO DE FÍN DE TITULACIÓN.....	ii
DECLARACIÓN DE AUDITORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS.....	iii
DEDICATORIA	iv
AGRADECIMIENTO	v
ÍNDICE DE CONTENIDO	vi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	viii
ÍNDICE DE TABLAS	viii
ÍNDICE DE ANEXOS.....	ix
RESUMEN.....	1
ABSTRACT	2
INTRODUCCIÓN	3
1. REVISIÓN DE LITERATURA	7
1.1 Leche	8
1.2 Definición de leche	8
1.3 Componentes de la leche	8
1.3.1 Lactosa.....	9
1.3.2 Proteína.....	10
1.3.3 Grasa.....	11
1.3.4 Sales Minerales.	12
1.3.5 Vitaminas.....	13
1.3.6 Gases.....	14
1.3.7 Componentes minoritarios.....	14
1.4 Índices físico químicos de la leche	14
1.4.1 Acidez.....	15
1.4.2 pH.....	16
1.4.3 Densidad.....	16
1.4.4 Crioscopía o punto de congelación.....	17
1.5 Queso	17
1.5.1 Aditivos empleados en la elaboración de queso.....	18
1.6. Queso mozzarella.....	20
1.7. Etapas de la elaboración de queso mozzarella	21
1.7.1 Pasteurización de la leche.....	21
1.7.2 Premaduración de la leche.....	22

1.7.3	Coagulación.....	22
1.7.4	Corte de la cuajada.....	25
1.7.5	Adición de vinagre.....	25
1.7.6	Cocción.....	26
1.7.7	Hilado y moldeo.....	27
1.7.8	Salado.....	28
2.	OBJETIVOS DEL PROYECTO	29
2.1	Objetivo general	30
2.2	Objetivo específicos	30
3.	MATERIALES Y MÉTODOS	31
3.1	Ubicación del trabajo.....	32
3.2	Materias primas utilizadas	32
3.3	Reactivos y equipos	32
3.4	Diagrama y descripción del proceso de elaboración de queso mozzarella.....	34
3.4.1	Análisis físico químico.....	35
3.4.2	Pasteurización.....	38
3.4.4	Adición de cloruro de calcio.....	39
3.4.5	Adición del cultivo.....	39
3.4.6	Adición del cuajo.....	39
3.4.7	Primer corte de la cuajada.....	39
3.4.8	Reposo.....	40
3.4.9	Desuerado.....	40
3.4.10	Adición del vinagre.....	40
3.4.11	Segundo corte de la cuajada.....	40
3.4.12	Hilado.....	40
3.4.13	Moldeado y prensado.....	41
3.4.14	Inmersión salmuera.....	41
3.4.15	Envasado.....	41
3.4.16	Almacenamiento.....	41
3.5	Diseño experimental.....	41
3.5.1	Tratamientos analizados	41
3.5.2	Análisis estadístico.....	42
3.5.3	Variables evaluadas.....	42
3.6	Determinación de la línea de producción, maquinaria y su dimensionamiento.....	45
4	RESULTADOS Y DISCUSIONES.....	46
4.1	Análisis de la leche	47
4.2	Análisis de rendimiento y tiempo.....	48
4.3	Propiedades sensoriales	51

4.4 Ficha de técnica y ficha estabilidad del mejor tratamiento.....	52
4.4.1 Análisis físico químico.	52
4.4.2 Análisis Microbiológico.	55
4.5 Determinación de la línea de producción, maquinaria y su dimensionamiento para la elaboración de queso mozzarella.	56
4.5.1 Línea de Producción del Queso Mozzarella.	56
4.5.2 Recomendaciones técnicas de las diferentes áreas de la planta de elaboración de productos lácteos.	61
CONCLUSIONES	66
RECOMENDACIONES	68
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	69
ANEXOS	75

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Estructura de la lactosa.....	10
Figura 2: Tipos de acidez	15
Figura 3: Diagrama de flujo de la elaboración de queso mozzarella.....	34
Figura 4: Diseño de la planta de Producción del Queso Mozzarella.....	58

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Composición de la leche.	9
Tabla 2: Principales sustancias nitrogenadas de la leche.....	11
Tabla 3: Sales minerales de la leche	13
Tabla 4: Métodos empleados para el análisis físico químico de la materia prima	35
Tabla 5: Resultados obtenidos del análisis físico químico a la materia prima	47
Tabla 6: Rendimiento y tiempo de elaboración del queso mozzarella.	48
Tabla 7: Rendimiento de queso mozzarella por acidificación directa.....	49
Tabla 8: Resultados de la evaluación sensorial de queso mozzarella.....	51
Tabla 9: Resultado de los análisis físicos químicos realizados al mejor tratamiento.....	52
Tabla 10: Humedad, grasa y grasa en extracto seco del queso mozzarella.....	53
Tabla 11: Composición físico química de queso mozzarella comercializados en la ciudad de Loja.....	54
Tabla 12: Análisis microbiológico al mejor tratamiento	55

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Temas de capacitación en BPM (Buenas Prácticas de Manufactura) y prácticas de elaboración del producto	75
Anexo 3: Ficha de la evaluación sensorial	81
Anexo 4: Cotización de equipo para el diseño de la línea de producción de queso mozzarella.....	83
Anexo 5: Análisis estadístico.....	94
Anexo 6: Datos obtenidos durante el proceso de análisis.....	102

RESUMEN

En el presente estudio, se evaluó el uso de vinagre como agente acidificante de la cuajada y su efecto en el rendimiento, características organolépticas y tiempo de elaboración del queso mozzarella. Se adicionó 30 ml de vinagre por litro de leche en diferentes tiempos durante el proceso de elaboración: tratamiento A (sin vinagre), tratamiento B (inmediatamente después del corte de la cuajada), tratamiento C (a los 45 minutos después del corte de la cuajada), y tratamiento D (a una hora después del corte de la cuajada). El mejor tratamiento fue el tratamiento D, con un rendimiento de 12.87% y tiempo de elaboración de 157.33 min. El análisis sensorial indica que entre los tratamientos A, B, C y D no existió diferencia significativa entre las características organolépticas. Al mejor tratamiento (D) se realizó su ficha técnica y de estabilidad mediante análisis físico-químico y microbiológico, determinándose su vida útil.

Palabras clave: Vinagre, queso mozzarella, rendimiento, tiempo de elaboración

ABSTRACT

In the present study, the use of vinegar as acidifying agent for curd as well as its influence on the performance, organoleptic characteristics and the processing time for mozzarella cheese were evaluated. The addition of 30 ml of vinegar per liter of milk was studied at different time intervals during the elaboration process: treatment A (no vinegar addition); treatment B (addition of vinegar immediately after cutting the curd), treatment C (addition of vinegar 45 minutes after cutting the curd) and treatment D (addition of vinegar 1 hour after cutting the curd), the best results were obtained employing treatment D, for which a yield of 12,87 % and processing time of 157,33 min were obtained. A sensory analysis between treatments A, B, C and D established that there was no significant difference between the studied treatments regarding the organoleptic characteristics. Therefore, treatment D was chosen as the optimum treatment for mozzarella cheese processing. For this treatment technical data sheet, its stability and also its lifetime were determined by physical-chemical and microbiological analysis.

Keywords: vinegar, mozzarella cheese, processing yield, preparation time

INTRODUCCIÓN

La Ley orgánica de economía popular y solidaria del sector financiero, en el Art. 133 manifiesta: Que los Gobiernos Autónomos Descentralizados en ejercicio concurrente de la competencia de fomento de la economía popular y solidaria establecida en la respectiva Ley, incluirán en su planificación y presupuestos anuales la ejecución de programas y proyectos socioeconómicos como apoyo para el fomento y fortalecimiento de las personas y organizaciones amparadas por esta Ley, e impulsarán acciones para la protección y desarrollo del comerciante minorista a través de la creación, ampliación, mejoramiento y administración de centros de acopio de productos, centros de distribución, comercialización, pasajes comerciales, recintos feriales y mercados u otros.

Los Gobiernos Autónomos en el ámbito de sus competencias, determinarán los espacios públicos para el desarrollo de las actividades económicas de las personas y las organizaciones amparadas por esta Ley.

En base a la ley anteriormente mencionada es competencia del Gobierno Autónomo Descentralizado de Quilanga el desarrollo y fomentación de la industria en el sector, por la cual ha solicitado a la Universidad Técnica Particular de Loja su asesoría en el desarrollo y la capacitación a los ganaderos para la elaboración de nuevos productos lácteos, por lo cual el presente estudio apoya la iniciativa, desarrollando productos cuya elaboración sea aplicable al sector, que beneficie a los ganaderos con la posibilidad de dar valor agregado a la materia prima que se produce en la actualidad, proyectar una mayor producción de leche que conlleve a la reactivación de la actividad ganadera del cantón Quilanga.

Los productos lácteos elaborados en el cantón Quilanga abarcan una limitada variedad, siendo los más comunes: el yogur, queso amasado y quesillo, los cuales se elaboran sin un proceso definido y sin registro sanitario que garantice la calidad e inocuidad al consumidor.

Dada la importancia de que los ganaderos diversifiquen sus productos, mejoren sus procesos de elaboración y obtengan productos que cumplan los estándares de calidad, el presente estudio se enfocó en definir el proceso de elaboración y el diseño de la línea de proceso a fin de que se optimice y garantice la calidad del producto seleccionado para el procesamiento.

El cantón Quilanga cuenta con una producción de 500 litros diarios la misma que en la actualidad es utilizada en la elaboración de quesillo y queso amasado característico de Loja y sus cantones, los mismos que son elaborados con procesos artesanales a partir de materia prima obtenida de técnicas de ordeño poco recomendables, alimentación inadecuada del ganado, un mal transporte, condiciones que no garantizan una buena conservación. Todo esto conlleva a tener productos que no garantizan la calidad nutritiva de los productos y la inocuidad para los consumidores.

Acogiendo la iniciativa del Gobierno Autónomo Descentralizado del cantón Quilanga, la Universidad Técnica a través de la Titulación de Ingeniería en Industrias Agropecuarias ha planteado desarrollar la Adaptación tecnológica para la elaboración de queso Mozzarella, ficha técnica, ficha de estabilidad, capacitación en Buenas prácticas de manufactura, proceso de elaboración del queso mozzarella, y el diseño correspondiente para lo que sería la nave de producción para queso mozzarella.

Los productos que se elaboran en el cantón Quilanga se producen en cantidades pequeñas y son comercializados en el mismo sector sea por su corta vida útil, por no disponer de registro sanitario y por no existir una organización interesada en desarrollar esta actividad con criterios sostenibles y sustentables. Claro está que no basta la iniciativa y el deseo de emprender, es necesario el apoyo de instituciones como: los gobiernos municipales, provinciales y del mipro, mismos que deben ser aprovechados oportunamente.

Los diversos tipos de quesos son apreciados según las costumbres locales, según los niveles económico-sociales, pero en general es consumido por toda la población. El queso mozzarella es un producto que posee características físico químicas, organolépticas especiales, y por sus propiedades funcionales que lo caracterizan, como por ejemplo rallabilidad y extensibilidad, haciéndolo un queso preferido por los consumidores (Ramirez 2010 b).

El producto lácteo en el cual se centró el presente trabajo fue el queso mozzarella, siendo un producto nuevo en la localidad y por datos obtenidos del mercado local posee mayor tiempo de vida útil para su comercialización lo cual permitirá proyectarse a nuevas plazas de mercados.

En los últimos años, con la globalización del mercado, los sectores productivos han pasado por profundos cambios. Para hacer frente a la competencia externa y atender a un mercado consumidor cada vez más exigente, la industria por lo general, han optimizado sus procesos para mejorar su productividad, disminuir sus costos y garantizando la calidad higiénica de sus productos.

Los cambios más rápidos en la industria láctea han sido en el sector productor de quesos y específicamente en el de la producción de queso tipo Mozzarella. La razón de este gran cambio en el concepto de mercado, es patrocinada principalmente por las pizzerías, cuyo nivel de exigencia va más allá de la simple característica de un queso en cortarse en rebanadas (Ghemawat 2008).

Mozzarella es una variedad de queso de origen italiano, conocida por todo el mundo. Es el queso que se obtiene por hilado de la masa acidificada, producto intermedio obtenido por coagulación de la leche por medio del cuajo y/u otras enzimas apropiadas, complementadas por acción de bacterias específicas (Ramirez 2010a).

La elaboración del queso mozzarella requiere de destreza y conocimiento en el control de ciertos parámetros críticos, como la acidez adecuada en la leche y la cuajada, la determinación del punto de hebra y el amasado, que influye de manera directa en las características fisicoquímicas, tecnológicas y sensoriales de este apetecido producto lácteo (Cervantes et al. 2006).

El tiempo de elaboración de este queso dura de 12 a 15 horas, debido a que el proceso de acidificación de la cuajada, punto predominante para fundir y obtener la hebra característica varía entre 6 y 8 horas (Aguilar et al. 2006).

Diversos tipos de ácidos orgánicos están contenidos naturalmente en muchas frutas y vegetales, algunos de ellos son: el ácido láctico, mezcla de ácido acético con agua conocido en la cocina como vinagre, succínico, tartárico, benzoico, propiónico y sórbico que son utilizados comúnmente en la industria alimenticia en el caso del queso para acidificar directamente la leche y acelerar el tiempo de acidificación de cuajada (Aguilar et al. 2006).

La utilización de ácido orgánico, cultivo de yogur y cultivo láctico en la elaboración de queso mozzarella, sirve como agentes para agilizar el periodo de acidificación. Al añadir ácido cítrico se reduce el tiempo total 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 %. A través del análisis sensorial, se demostró que las características organolépticas (color, aroma y olor) analizadas en los quesos producidos son parecidas entre ellos (Molina, citado por Tobar 2012).

Investigaciones realizadas en leche con preacidificación utilizando ácido cítrico en la elaboración de queso y regulando el pH hasta obtener valores de 6,0, 5,8, 5,6, se determinó que existe una disminución en el rendimiento comparado con el queso elaborado con un procedimiento normal con leche sin acidificar, sin embargo el rendimiento del queso elaborado con leche preacidificada a pH 6,0 es similares al rendimiento del queso elaborado sin preacidificación (Keceli et al. 2006).

El efecto de la preacidificación de la leche para queso mozzarella bajo en grasa fue analizado utilizando ácido cítrico y ácido acético por separado, se reguló el proceso en ambos casos a pH de 6,0 y 5,8 y se comparó los resultados con un proceso sin preacidificación de la leche, verificándose cambios en el rendimiento el cual fue menor para los diferentes tratamientos con preacidificación (Metzger et al. 2000)

En base a estudios realizados por diferentes autores se consideró importante determinar si el vinagre puede ser utilizado en la elaboración de queso mozzarella mejorando su rendimiento, tiempo de elaboración y características organolépticas.

1. REVISIÓN DE LITERATURA

1.1 Leche

La leche siendo un alimento universal consumida por toda la población, sea natural o procesada, es considerada muy perecible por lo que se debe manejar con conocimientos básicos de producción, técnicas de ordeño, manejo desde el centro de producción hasta que llega a factoría y durante el proceso productivo o de transformación (Figueroa 2014).

1.2 Definición de leche

La leche está constituida por una serie de sustancias orgánicas e inorgánicas, que provienen de varias especies de animales, que para extraer de la glándula mamaria debe seguir ciertas normas, para que no se altere con facilidad, la definición es compleja y amplia (Alais 1985).

La leche es un alimento completo que se obtiene de la secreción mamaria normal de animales bovinos sanos, la cual contiene numerosos componentes con un alto valor nutritivo (Briñez et al. 2008).

1.3 Componentes de la leche

Los componentes en general de la leche tienen fuertes variaciones debido a factores exógenos y endógenos que actúan sobre el animal (Ramirez 2009).

Entre los factores exógenos tenemos los factores zootécnicos, tales como la alimentación, el clima, sistemas de estabulación y técnicas de ordeño, los factores endógenos los dividimos en dos: a) factores genéticos, como la raza y el individuo; b) factores fisiológicos, tales como el estado de salud y el estado de lactación (Villegas de Gante y Santos 2009).

En el tabla 1 se indica los principales componentes de la leche de vaca.

Tabla 1: Composición de la leche.

Componentes	Leche de vaca %
Agua	87,5
Grasa	3,5
Proteína	3,3
Lactosa	4,7
Cenizas	0,7
Vitaminas	0,007

Fuente: (Collomb et al. 2002).

De aquí se deduce que los sólidos totales o residuo seco es de 12,5 % y, el residuo magro seco de 8,7 % (Collomb et al. 2002).

1.3.1 Lactosa.

Forma parte mayoritaria del extracto seco de la leche, los azúcares de la leche son dializables y no dializables, monosacáridos o disacáridos. Los dializables son aquellos que atraviesan una membrana porosa y, los no dializables están unidos a la caseína que es una sustancia de alto peso molecular, los azúcares dializables, que se encuentran en forma libre, está constituido especialmente de lactosa (Mahaut et al. 2004).

Según Engelmann y Holler (2008) la lactosa es importante porque:

- Es el sustrato principal de la fermentación (leches fermentadas y quesos)
- Determina la solubilidad y la textura de algunos productos (leche en polvo y leche concentrada).
- Es uno de los responsables de la alteración del color, sabor y olor que tiene lugar durante los procesos de higienización (tratamientos térmicos).

Desde el punto de vista químico la lactosa es un disacárido compuesto de glucosa y galactosa. En la figura 1 se representa la estructura de la lactosa.

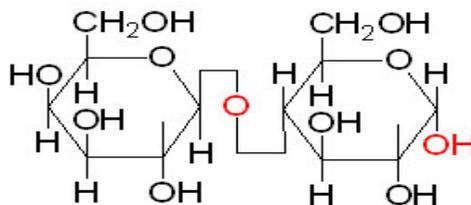


Figura 1: Estructura de la lactosa.

Fuente: Mahaut et al. (2004).

La lactosa por efecto del calentamiento a elevadas temperaturas 80°C o más se altera provocando la reacción de Maillard, caracterizado por un color café. Se forma debido a la reacción de la función aldehído con los grupos nitrogenados como las aminas y aminoácidos (Santos 2007).

La lactosa por efecto de los microorganismos se altera con facilidad determinando una fermentación láctica, alterando el pH y por ende la acidez (Wattiaux 2000 y Malacarne et al. 2002).

1.3.2 Proteína.

Es un constituyente muy complejo y de gran importancia como valor nutritivo y determinante del rendimiento en quesos (Otaviano et al. 2005). Las proteínas, gigantes moléculas, son descompuestas mediante reacciones enzimáticas o bioquímicas a productos más simples llamados aminoácidos (alrededor de 100 a 200) en el sistema digestivo y en el hígado o bien, durante la maduración de los quesos. Los aminoácidos son luego transportados hasta las células del cuerpo, donde son utilizados como material de construcción proteica del cuerpo (Galván 2005).

La leche de vaca contiene 5,3 g/kg de nitrógeno, de los cuales 95% se encuentra en forma de proteínas verdaderas, dentro de las cuales aproximadamente el 80% corresponde a caseína que a su vez está compuesta por tres tipos de caseína, la κ -caseína, β -caseína y la α -caseína y el resto a proteínas del suero (Malacarne et al. 2002 y Rashida et al. 2004), las proteínas del suero o proteínas séricas son albumina y globulina (Calderón et al. 2007).

De acuerdo con Spreer (2001), Engelmann y Holler (2008) las proteínas de la leche son importantes debido a las siguientes razones:

- Valor alimenticio.
- Casi todas las transformaciones industriales son basadas en el contenido de las sustancias nitrogenadas.
- Son responsables del grado de la estabilidad de la leche durante los procesos de tratamiento térmico.

En la tabla 2 podemos ver las sustancias nitrogenadas de la leche.

Tabla 2: Principales sustancias nitrogenadas de la leche

Proteína total		3,2 %
A.- Proteínas		
1	Caseína isoelectrica:	2,5
	α Caseína β Caseína κ Caseína	
2	Proteína del suero	0,54
	a) Albúmina:	
	Lactoglobulina Lactoalbúmina Suero albúmina	
	b) Globulinas inmunes	
	c) Proteasa- peptona	
B.-Sustancia nitrogenadas no proteicas		0,6
Urea, nucleótidos, aminoácido y glucomcropectidos, etc.		

Fuente: Alais (1985), Spreer (2001) y Resmini (2005).

Debemos mencionar que la caseína es de interés tecnológico, puesto que de esto depende la coagulación y el rendimiento en quesos. La caseína es precipitada por el cuajo y las proteínas del suero son precipitación por el calor (Resmini 2005).

“La lactoglobulina se desnaturaliza con facilidad al calor y es responsable del sabor a cocido de la leche esterilizada debido a que libera grupos sulfhídricos (SH)” (Spreer 2001).

1.3.3 Grasa.

La grasa de la leche está constituida por triglicéridos de 4 a 20 carbonos, saturados e insaturados, lineales o ramificados en cantidades variables según la raza del animal, tipo de

alimentación, estación del año, etc determinando por consiguiente la calidad de los productos elaborados a partir de leche como es el caso del queso, la mantequilla, el helado, la natilla, etc. (Santos 2007).

Los glóbulos grasos que forman la leche están constituidos por triglicéridos que contienen, principalmente, ácidos grasos saturados y de los cuales una proporción importante es de ácidos grasos de punto de fusión elevado (ácido palmítico, ácido esteárico) pero también de ácidos grasos de cadena corta (butírico, caproico, cáprico y caprílico), los dos primeros arrastrados por el vapor de agua, dan el clásico aroma que se percibe cuando se hierve la leche (Magariños 2000). La composición y el contenido de lípidos en la grasa de la leche varían ampliamente entre especies de mamíferos y prácticas de alimentación llegando a un valor aproximado de 3,5% a 3,7% (Collomb et al. 2002).

La grasa es la responsable no solo del aroma y sabor del queso; sino también del cuerpo y textura; ya que un queso elaborado sin grasa generalmente tiene una consistencia dura e insípida y no desarrolla el aroma y sabor típico; dado estas consideraciones, la grasa es importante por:

- Valor nutritivo.
- Determina las características organolépticas y físico químicas de los productos.
- Determinan los procesos a seguir como por ejemplo es descremado de la leche (Calderón et al. 2007).

Las alteraciones pueden ser de naturaleza química o de naturaleza enzimática, tales como: enranciamiento lipolítico o hidrolítico; enranciamiento cetónico y enranciamiento oxidativo (Santos 2007).

1.3.4 Sales Minerales.

Los elementos minerales que más interesan son el calcio y el fósforo, presentes en la leche formando las micelas de fosfocaseinato cálcico, teniendo una participación fundamental en la termoestabilidad de la leche (Rodríguez 2004).

El calcio tiene un rol importante durante la elaboración y también en las propiedades funcionales del queso (Rodríguez 2004 y McMahon et al. 2005). El calcio de la leche puede existir como calcio iónico libre, como caseinato de calcio (unido a la caseína) o puede estar formando un complejo con el fosfato en la forma de clusters de fosfato de calcio iónico. Además el complejo fosfato de calcio puede estar unido a las caseínas como fosfato de calcio micelar o en el suero como fosfato de calcio coloidal (Metzger et al. 2001).

En la tabla 3 se muestra el porcentaje de sales minerales y sus proporciones.

Tabla 3: Sales minerales de la leche

Minerales	Cantidades %
K	0,16
Ca	0,13
Na	0,05
Mg	0,01
Cl	0,01
P	0,01

Fuente: Giuseppe (2005).

El calcio, fósforo y el azufre se hallan en parte combinados con las proteínas (Santos 2007 y Ramírez 2009).

La leche contiene además oligoelementos (zinc, silicio, aluminio, hierro, etc.) cuyas variaciones están asociadas a cambios de alimentación y a agentes externos como contaminación atmosférica y material de ordeño (Ramírez 2009).

1.3.5 Vitaminas.

Las vitaminas presentes en la leche fresca y cruda son numerosas: en la leche tratada y en los derivados la presencia es menor, como consecuencia de los procesos tecnológicos, de la temperatura empleada, de la exposición a la luz y de la oxidación. Debido a esta sensibilidad, y sobre todo al calor, a las vitaminas se las llama termolábiles (Mahaut et al. 2004).

En la leche existen las vitaminas liposolubles unidas a la fase grasa, entre las liposolubles sobresalen las vitaminas: “A, D, E, K y F”, y las hidrosolubles a la fase acuosa, en total en la leche se cuantifica alrededor de “0,07 %” (Giuseppe 2005).

Entre las hidrosolubles enumeramos las principales: “vitaminas del grupo B (B₁, B₂, B₆, B₁₂), vitamina C, vitamina P.P, vitamina E, vitamina H₁, ácido pantoténico, ácido fólico)” (Giuseppe 2005).

1.3.6 Gases.

Está presente el anhídrido carbónico, nitrógeno y oxígeno, en lo posible deben ser eliminados por cuanto pueden ocasionar ciertas reacciones durante el proceso productivo y alterar la calidad de los productos (Alais 1985).

1.3.7 Componentes minoritarios.

Fosfolípidos, colesterol (105 – 176 ppm), pigmentos (carotenos, roboflabina) y enzimas (peroxidasa, catalasa, fosfatasa, lipasa y galactasa), son importantes por cuanto determinan la calidad de los productos y sirven para el control de los procesos de elaboración (Alais 1985).

1.4 Índices físico químicos de la leche

Según Resmini (2005), se dividen en “tres grandes grupos según los componentes de la leche que influyen”:

- Índices que dependen del total de los componentes de la leche: densidad, acidez, viscosidad.
- Índices que dependen solo de las sustancias en suspensión: punto de congelación, índices de refracción, punto de ebullición.
- Índices que dependen de los iones presentes: pH, conductividad eléctrica.

1.4.1 Acidez.

La leche aunque en estado fresco (recién ordeñado) presenta una reacción ligeramente ácida (acidez propia) debido a la presencia de grupos ácidos de la caseína, ciertos minerales, anhídrido carbónico y ciertos ácidos. Esta acidez se llama acidez natural, propia o acidez de constitución (Alais 1985).

Cuando la leche se mantiene por algún tiempo (inclusive corto tiempo) a altas temperaturas o al medio ambiente, la acidez se desarrolla gradualmente debido a la presencia de microorganismos acidificantes que transforman la lactosa a ácido láctico obteniéndose la siguiente ecuación: $C_{12}H_{22}O_{11} \rightarrow 4(CH_3 - \overset{CHO}{\underset{OH}{C}} - COOH) + H_2O$, esta acidez se llama acidez de desarrollo o de fermentación (Walstra y Jenness 1987).

La acidez es una medida indirecta de la población microbiana y por lo tanto revela las condiciones en que ha sido manejada la leche en su obtención y almacenamiento (SENA 1987).

La acidez natural más la acidez de desarrollo constituye la acidez de titulación total, como podemos ver en la figura 2

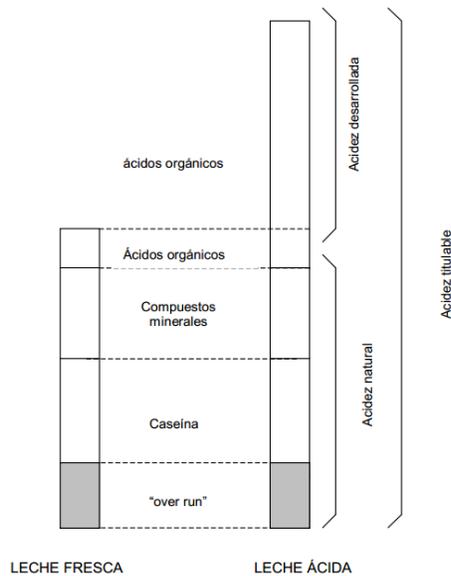


Figura 2: Tipos de acidez
Fuente: Alais (1985).

Lo más común la acidez se expresa en grados Soxhlet-Henkel ($^{\circ}$ SH), grados Dornic ($^{\circ}$ D) y en porcentaje de ácido láctico (INEN 1984)

Como concepto de acidez se dice que son los mililitros de hidróxido de sodio, de normalidad conocida, necesario para neutralizar 100 ml de muestra usando como indicador fenolftaleína (Meyer 2006).

Cuando a una leche se añade agua natural y normal, la acidez de la leche aguada disminuye. De ahí que la determinación de la acidez es de gran ayuda para juzgar la calidad de la materia prima (Hernández et al.1999).

1.4.2 pH.

Es la concentración de iones de hidrógeno en la solución e indirectamente es una medida de acidez (Meyer 2006).

El pH es la valoración física que indica el nivel de acidez o alcalinidad de un producto ácido. El pH de la leche a 25° C varía de 6,5 – 6,7, siendo ligeramente ácido (Bríñes et al. 2008 y McCarthy y Singh 2009).

En una leche mastítica las proteínas de síntesis (caseína) disminuyen, mientras que las de filtración aumentan. En total las proteínas disminuyen y el pH aumenta (6,9 – 7,0)” (Resmini 2005).

Disminuye el tiempo de coagulación cuando el pH de la leche es de 6,7 a 6, y forma un gel que se endurece rápidamente. Este fenómeno es consecuencia de la influencia del pH a tratamientos como el enfriamiento, el calentamiento y en ciertos casos, la homogenización y la concentración (Alais et al.1985; Tornadijo et al. 2009).

1.4.3 Densidad.

La densidad es el peso de un litro de leche, expresado en Kg/l ó g/ml, la densidad es un índice de gran valía para el control de calidad. Si se añade agua a la leche la densidad disminuye; si se extrae grasa en forma de crema, la densidad disminuye. No es recomendado medir la

densidad en leches recién ordeñadas por cuanto contiene gases disueltos y muestran una densidad falsa; luego de 3 horas estos gases se dispersan (Meyer 2006).

Según Guevara y González (2005) la densidad de la leche fluctúa entre 1,029 a 1,033 a 15°C.

1.4.4 Crioscopia o punto de congelación.

Valor que indica eventuales adulteraciones de la leche. Se dice punto de congelación la temperatura a la cual la fase sólida (hielo), y la fase líquida (solución acuosa) se interrelacionan, es decir tienen una igualdad de tensión de vapor (Meyer 2006).

La temperatura a la cual se congela la leche es de -0,55°C y varía notablemente cuando se añade agua a la leche, de ahí que también es un índice de importancia en el control de calidad de la leche (Walstra y Jenness 1987).

1.5 Queso

El queso es el producto fresco o afinado, sólido o semisólido obtenido: Por coagulación de la leche entera, leche descremada o leche parcialmente descremada y gracias a la acción del cuajo o de otros agentes coagulantes apropiados y por desuerado parcial del lactosuero resultante de esta coagulación, o por el empleo de técnicas de fabricación que implica la coagulación de la leche y/o de materias provenientes de ésta, a fin de obtener un producto terminado que posea las mismas características físicas, químicas y organolépticas que el producto definido anteriormente (Villegas de Gante 1993). Como se puede apreciar esta definición presenta una amplia cobertura y puede incluir a los quesos elaborados por vía ácida o por vía mixta; de igual forma a aquellos fabricados, previa estandarización, con leche en polvo, caseínatos convenientes (Fox y Cogan 2004 y Bhattarai y Acharya 2010).

1.5.1 Aditivos empleados en la elaboración de queso.

1.5.1.1 Cuajo.

Se define al cuajo como el extracto del cuarto estomago de terneros lactantes entre 10 y 30 días de edad, que contiene la enzima proteolítica llamada renina o quimosina, capaz de coagular la caseína de la leche, también puede provenir de microorganismos, a partir de bacterias y mohos; y también vegetales, resultando mucho más fácil y económica su obtención (Zavala 2005).

Comercialmente el cuajo se expende en polvo, pastilla o líquido y debe preservarse de la luz, del aire, y de la humedad para conservar su poder coagulante (DESCALZI 2012).

La temperatura óptima de la coagulación es de 33°C, la enzima se acerca a su temperatura óptima y como resultado se obtendrá un coágulo de consistencia y sinéresis mayor. Si la temperatura es menor a 33°C se tendrá un coágulo suelto, poco consistente, con sinéresis espontánea deficiente (Mahaut 2004 y Santos 2007).

La cantidad de cuajo depende del tiempo de coagulación requerido; tiempo que está en función de la temperatura, tipo de leche, del título del cuajo y del tipo de queso. La referencia general sobre la cantidad de cuajo está dado por la casa proveedora (Quijano 2010).

1.5.1.2 Fermentos lácticos.

Con el proceso de pasteurización, a más de destruir aquellas bacterias patógenas que pueden causar enfermedades infecciosas, también se destruye la flora bacteriana natural de la leche, la cual es de gran importancia en la industria lechera para la elaboración de productos lácteos, cada uno de estos productos con características organolépticas propias y específicas. Por ello se hace indispensable el uso de cultivos de bacterias lácticas seleccionadas y controladas, producidas en condiciones técnicas que garantizan su inocuidad (Galván 2005).

Según Valencia (2001) los cultivos lácticos cumplen la acción de desarrollar la acidez (transformación de la lactosa en ácido láctico), la cual tiene gran influencia en la elaboración de queso por las siguientes razones:

- Control de contaminantes: impidiendo el desarrollo de microorganismos indeseados, que más adelante pueden causar defectos en el queso.
- Disminuir la humedad: el aumento de acidez fomenta el desuerado de la masa ya que la capacidad de las proteínas de absorber agua es menor a valores bajos de pH.
- Ayudar a formar el cuerpo y la textura durante la maduración: con el aumento de la acidez se produce una descalcificación de la caseína, debido al intercambio entre iones calcio e hidrogeno.
- Ayudar en la actuación del cuajo: la caseína tiene un punto isoeléctrico a un pH de 4,6 y la enzima del cuajo tiene un valor de pH óptimo de 4 para coagular la leche y de 5,2 para descomponer la proteína durante la maduración.
- Desarrollar un pH adecuado.
- Desarrollo de gas y sabor: la producción de gas influye en la textura del queso, con formación de ojos en el mismo; el sabor se debe a la formación de productos de aroma (diacetilo y ácidos volátiles).

Según Panizzolo et al. (2011) los principales cultivos que se emplea en elaboración de quesos son:

- Fermento mesófilos con una temperatura optima *Streptococcus termophilus* comprendida entre 20^o y 40^o C.
- Fermento termófilos que se desarrollan a temperaturas entre 42^o C a 45^o C.

“Los más usados son los de las familias de los Streptotocus y los lactobacilos. Entre los primeros se hallan *Streptococcus Lactis* y el *Streptococcus cremoris* que son acidificantes; *Streptococcus diacetylactis*, *Leuconostoc citrovarum* (aromatizantes); que es termorresistente. También se utilizan el *Lactobacillus cosei*, *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus lactis*, *Lactobacillus helveticus*, etc.” (Panizzolo et al. 2011).

1.5.1.2 Cloruro de calcio.

El calcio y fósforo forman el fosfato cálcico en la leche, esta sal disminuye su solubilidad a medida que se incrementa la temperatura, hasta que a temperaturas altas comienza a precipitar (efecto de leches sobrecalentadas o sobre pasteurizadas), produciendo coagulaciones defectuosas (FAO 2009).

En la práctica es común agregar cloruro de calcio a la leche que ha sido tratada térmicamente en la elaboración de queso, por ejemplo 0,04% de Ca o 40 mg/L. Esta cantidad agregada es pequeña con respecto a la concentración propia de la leche, de 1200 mg/ litro de Ca. El agregado de 40 mg/L de Ca a la leche incrementa la concentración de Ca soluble, coloidal e iónico, y reduce el pH de la leche; todos estos hechos tienen un efecto positivo sobre varios parámetros de la coagulación (Fox y Cogan 2004).

Su uso tiene ventajas de facilitar y acortar el tiempo de coagulación, dar mayor firmeza al coagulo, acelera la salida del suero y mejorar la retención de grasa y de otros sólidos, disminuyendo así las pérdidas de rendimiento, una dosis excesiva puede ocasionar una cuajada dura, seca y originar una cuajada porosa (Daviau et al. 2000).

1.5.1.3 Cloruro de sodio.

La sal se adiciona con el objetivo principal de darle sabor al queso y aumentar su poder de conservación (Fox citado por Lavorda y Rubiolo 1999).

El cloruro de sodio tiene un significativo efecto sobre la textura del queso a través de la inhibición del crecimiento microbiológico, control de la actividad de enzimas proteolíticas y su efecto sobre las propiedades de las proteínas para ligar agua (Crosa et al. 2009).

1.6. Queso mozzarella

El queso mozzarella o queso de pasta hilada, es de textura fibrosa y elástica, de largas hebras de proteínas orientadas en paralelo que no presentan gránulos de cuajada. Su superficie es brillante y no presenta corteza y se le puede dar diversas formas (INEN 2011).

El queso mozzarella es hecho mediante el proceso pasta hilada, que consiste en calentar la cuajada de un valor de pH adecuado, amasarla y estirarla hasta que la cuajada sea lisa y libre de grumos, la cuajada se corta y se moldea por enfriamiento (Kindstedt, citado por Mijan et al 2010).

1.7. Etapas de la elaboración de queso mozzarella

La leche antes de proceder a la elaboración de queso mozzarella debe de estar en perfectas condiciones de higiene y libres de sustancias inhibidoras que dificulten el crecimiento de las bacterias lácticas (Tornadijo et al. 2009).

Para ello la leche es sometida a pruebas sencillas de laboratorio, que ayuden a determinar la calidad microbiológica y su aptitud para elaborar los quesos. Estas pruebas son: del alcohol, acidez titulable, de reductasa, prueba de mastitis, pruebas de densidad y contenido de grasa de acuerdo a las disposiciones y normas legales, para la elaboración de cada tipo de queso (INEN 2011).

1.7.1 Pasteurización de la leche.

“La pasteurización de la leche destinada para la elaboración de quesos se hace generalmente a 70° C en 15 o 20 segundos en el tratamiento rápido o a 65° C en 30 minutos, en el tratamiento lento. Si se efectuara a temperaturas mayores, el calcio tiende a precipitar como trifosfato cálcico que es insoluble, lo cual llevaría a una coagulación defectuosa” (FAO y OMS 2011).

El proceso de pasteurización de la leche es un efectivo tratamiento térmico para la destrucción de microorganismos patógenos procurando alterar lo menos posibles la estructura física, su equilibrio químico y vitaminas (Schobitz et al. 2001., Valbuena et al. 2004., McSweeney 2007 y FDA 2012).

La pasteurización depende en lo fundamental de la calidad de leche y del tipo de queso a elaborar. “Los mohos, levaduras y E. coli son destruidos fácilmente a 72°C por 15 minutos” (Grandos et al. 2012).

1.7.2 Premaduración de la leche.

Es el tiempo necesario transcurrido entre la adición del cultivo láctico a la tina y la adición del cuajo, en el cual los microorganismos lácticos se adaptan a las condiciones del medio (temperatura, acidez, agentes químicos, etc.), y empiezan a sintetizar ácido láctico a partir de lactosa (Alais 1985 y Early 2000).

1.7.3 Coagulación.

Al referirse a la coagulación de la leche, en realidad se está haciendo referencia implícita a sus proteínas; fundamentalmente a las caseínas, entre estas se hallan las caseínas α , β y κ mediante la acción combinada de enzimas proteolíticas (cuajos de distintos tipos) y calcio (Gosta 2003).

La coagulación es esencialmente la formación de un gel desestabilizado de micelas de caseína lo que los lleva a formar un agregado y una red que inmoviliza parcialmente el agua y atrapa los glóbulos de grasa en la nueva matriz formada (Galván 2005 y Meyer 2006).

1.7.3.1 Coagulación enzimática.

Propiciada por la acción de enzimas coagulantes o proteolíticas, como son: de origen vegetal y animal, entre las cuales la más importante es la de origen animal (rennina o quimosina), la cual se produce en el abomaso de los rumiantes lactantes como los becerros y cabritos (Fox et al. 1996).

Según Zoon et al. (1988) la coagulación enzimática se produce en dos fases:

Fase primaria o enzimática sucede por acción del cuajo (quimosina), el coloide protector representado por la κ -caseína disocia los glucomacropéptidos, por lo que desaparece la capa hidratada y cesa la protección. Fase secundaria o de coagulación se forman puentes salinos a temperatura favorable, entre las micelas de caseína sensible al calcio, gracias a la presencia de iones de este metal, produciéndose rápidamente la coagulación.

Del complejo caseinato cálcico en solución coloidal ha resultado el almacén de paracaseinato cálcico insoluble en agua, atrapando en sí los demás componentes de la leche, de ahí que el queso contiene proteínas, grasa, lactosa, minerales, vitaminas, enzimas, carotenos, etc. El suero, en mínima cantidad, también arrastra los componentes de la leche y sobre todo las proteínas del suero, debido a la coagulación enzimática irreversible, (Spreer 2001).

Como resultado de esta acción se produce la reducción de la carga negativa neta y de la repulsión estérica, de esa manera las micelas modificadas comienzan a ser susceptibles de agregarse. (Walstra y Dejmek 1987., Zoon et al. 1988 y Lucey 2002).

La otra etapa trascendente es la sinéresis, en donde el suero es expulso de la cuajada luego del corte de la misma. La sinéresis de la cuajada es etapa crítica pues juega un papel importante para determinar el contenido de humedad, el contenido de mineral y de lactosa de la cuajada drenada y aún en el producto final (Lawrence y Gilles 1980., Pearse y Mackinlay 1989 y Daviau et al. 2000).

La sinéresis es el encogimiento de un gel, que tiene lugar concomitantemente con la expulsión de líquido o separación del suero (Walstra y Dejmek 1987).

Una parte de la κ -caseína es insensible al calcio, actúa de colóide protector y está integrada por proteasas (nitrógeno no proteico NPN) llamadas glucomacropéptidos que al penetrar en la fase acuosa de la leche forma la capa hidratada. La otra parte de la κ -caseína es sensible al calcio y está unida a él como todas las demás fracciones.

Del complejo caseinato cálcico en solución coloidal ha resultado el almacén de paracaseinato cálcico insoluble en agua, debido a la coagulación enzimática irreversible (Spreer 2011).

1.7.3.2 Coagulación ácida.

Esta forma de coagulación se lleva a cabo debido a la presencia en la leche de ácidos orgánicos tales como el láctico, el acético, fosfórico y la mezcla de fosfórico y acético (Malireddy et al. 1990).

Estos ácidos actúan sobre las micelas de caseína ocasionando una desmineralización gradual, debido a que el calcio se desplaza de las micelas hacia la fase acuosa de la leche por acción de los iones hidrógeno (H⁺) proporcionados por el ácido. Esto ocasiona que la estructura micelar se vaya desintegrando gradualmente, ya que el pH se vuelve más ácido esto hasta alcanzar un pH de 4,6, en el cual las moléculas de caseína precipitan ya que llegan a su punto isoeléctrico (Walstra y Jenness 1987 ., Villegas de Gante 1993).

Generalmente se utiliza ácido láctico obtenido de la fermentación de la lactosa, aunque también se puede utilizar ácido cítrico y ácido acético, con el uso de ácidos la cuajada resulta ser frágil, porosa y poco contráctil y requiere un tratamiento cuidadoso al principio para evitar pérdidas de rendimiento (Yu y Gunasekaran 2005).

Por acción de los microorganismos, siempre presentes en la leche, que actúan como fermentos naturales sobre la lactosa se forma ácido láctico. Por esta razón el pH de la leche disminuye progresivamente y al llegar al punto isoeléctrico de la leche (4,6 – 4,7) se tiene la precipitación o floculación de la caseína y formación de un gel ácido (Munguía 2010).

“El complejo caseína calcio se transforma en caseína acida, que se precipita cuando la reacción corresponde al punto isoeléctrico y los iones del calcio quedan libres que posteriormente se combinan con el ácido láctico y forman lactato de calcio durante la maduración de los quesos.” (Spreer 2001).

1.7.3.3 Coagulación mixta.

La coagulación mixta es debido a la acción de la enzima proteolítica (cuajo), pero en presencia de una determinada acidez (siempre mayor a la normal) (Gosta 2003).

La incidencia de un tipo u otro (cantidad de enzima / cantidad de ácido), será lo que al coagulo y posteriormente al queso, proporcione determinadas características, que pertenecería a las del gel enzimático o a las del gel ácido, en cuanto, predomine más uno que otro (Chamorro y Losada 2003).

1.7.4 Corte de la cuajada.

Una vez que se ha comprobado la formación del coágulo, se procede al corte, cuyo objetivo principal es el de permitir la salida del suero. Para esto se utiliza la lira, con la que se procede a fraccionar la cuajada en trozos pequeños, de acuerdo al tipo de queso a elaborar, así para un queso blando los granos deben tener 1,5 a 2,0 cm, para quesos semiduros 1,0 cm y para quesos duros 0,5 cm (Tuinier y Kruif 2002).

Según Gosta (2003) los tratamientos a seguir después del corte de la cuajada son los que se detalla a continuación:

- Luego de unos minutos en que los trozos de cuajada se hayan depositado en el fondo de la tina, se procede a la agitación de los granos para evitar la conglomeración de los mismos y para acelerar y completar el desuerado, impidiéndose de esta manera la adherencia de las grasas que provocaría retención de líquidos.
- La agitación debe ser suave al principio, para evitar pérdidas de grasa y proteínas que pueden afectar al rendimiento y el tiempo depende del tipo de queso, al mismo tiempo se debe elevar la temperatura, para aumentar la contracción de los granos y facilitar la salida del suero.
- Las temperaturas de calentamiento de la cuajada son 36° C para quesos blandos, 40° C para quesos semiduros, 45° C para quesos duros y 55° C para quesos extraduros, el calentamiento se puede efectuar también, mediante la adición de agua caliente con sal, que a la vez sirve como un lavado de los granos para extraer la lactosa y así disminuir posibles fermentaciones con el consiguiente exceso de acidez, el color del suero indica el éxito de la coagulación y la modalidad del trabajo que se debe seguir.

1.7.5 Adición de vinagre.

El vinagre es un líquido miscible en agua, con sabor agrio, que proviene de la fermentación acética del alcohol, como la de vino y manzana. El vinagre contiene una concentración que va de 3 % al 5 % de ácido acético en agua (Romo. 2011).

El vinagre (ácido acético) contiene átomos sueltos de hidrógeno. Las moléculas de la caseína de la leche se mezclan con los átomos sueltos de hidrógeno que contiene el ácido y se produce una reacción química. Las moléculas de caseína contenidas en la leche tienen una carga negativa, mientras que los átomos sueltos de hidrógeno que hay en el ácido tienen carga positiva. Las cargas opuestas se atraen, de modo que las moléculas de caseína y los átomos sueltos de hidrógeno se agrupan y forman coágulos visibles (Keceli et al. 2006).

1.7.6 Cocción.

Las funciones principales de la etapa de cocción, drenaje y chedarización en la elaboración del queso Mozzarella son el control de la humedad y el control del contenido de calcio en la cuajada durante el hilado y en el producto final. Esto es complementado, en parte, por el control de la actividad del fermento y los tiempos de acidificación (FEPALE 2005).

La temperatura durante la cocción es uno de los parámetros más útiles que el quesero puede emplear para cambiar el contenido de humedad del queso. El incremento de la temperatura de cocción provoca disminución del contenido de humedad, disminución de la velocidad de proteólisis, y aumento de la viscosidad aparente del queso Mozzarella (Yun y Gunasekaran 2005).

El impacto de la temperatura de cocción sobre la proteólisis y las propiedades funcionales depende de la estabilidad térmica del coagulante al pH durante la cocción y la cantidad y actividad del fermento. Sin embargo, los fermentos termófilos muestran una producción óptima de ácido en un rango de temperaturas de alrededor de 42-45°C, el cual está a nivel o por encima de las temperaturas de cocción/chedarización tradicionales (FEPALE 2005).

El procedimiento de cocción de la cuajada durante la elaboración del queso Mozzarella desnaturaliza al coagulante. Aunque la actividad del coagulante residual es limitada comparada con la actividad del coagulante en otras variedades de queso (Oberg et al. 1992).

1.7.7 Hilado y moldeo.

El hilado es el procedimiento en el cual la cuajada previamente acidificada, se somete a un amasado en agua caliente que permite plastificarla y estirarla, de tal manera que pueda formar bandas, constituidas por estructuras alineadas que puedan separarse como hilos (Linden y Lorient 1996).

Al someter la pasta al calentamiento o trabajo mecánico, las moléculas de caseína (α , β y κ , que forman parte de las micelas descalcificadas) sufren un rearrreglo estructural, durante el amasado y el ascenso de la temperatura por el aporte del agua caliente; provocando la desnaturalización de parte de las moléculas de caseína, alterando su conformación (McMahon et al. 2005)

La continuación de la acción mecánica o amasado, y el estiramiento a la que se somete la pasta en una dirección espacial, orientada y alineada a las proteínas cual si fueran agregados de hilos (Mehment y Sudaram 1997)

Entre las moléculas contiguas de proteína alineadas se establecen enlaces químicos de distinta naturaleza (por puentes de hidrógeno), que las mantendrán unidas (Linden y Lorient 1996).

La grasa que se encuentra en la pasta amasada e hilada se distribuye en columnas largas siguiendo la dirección de los arreglos de las fibras caseínicas que funcionará como un lubricante en la alineación de las fibras de caseína durante el trabajo mecánico del amasado e hilado (Mehment y Sudaram 1997).

El hilado genera una textura elástica y flexible cuando el queso no está derretido, y una textura altamente estructurada, fibrosa y masticable cuando está derretido cuya temperatura usada del agua en el hilado puede estar en el rango de 60 a 85°C, y la temperatura del queso puede estar en el rango de 50 a 65°C (Yu y Gunasekaran, 2005).

Luego se procede a poner la pasta plastificada en moldes para darle una determinada forma y tamaño de acuerdo a sus características y a la exigencia del mercado.

El prensado permite compactar la masa, eliminar el suero y darle al queso la consistencia final deseada, por lo tanto la presión que se imprima y el tiempo depende del tipo y tamaño de queso, teniéndose así que la presión aplicada puede ser de entre 4 a 40 veces el peso del queso y con una duración variable entre 20 minutos y 24 horas (Santos 2007).

“El autoprensado se usa para los que tienen alto contenido de agua, como los blandos y los semiduros; consiste en ir dando vuelta los quesos a intervalos de 15 a 30 minutos al principio y luego entre 1 o 2 horas. Este proceso tarda de 3 a 24 h. según el tipo de queso” (Mahaut et al. 2004).

1.7.8 Salado.

Según Chamorro y Losada (2002), el objetivo del salado es “completar el desuerado del queso, favoreciendo el drenaje de la fase acuosa libre de la cuajada; modificar la hidratación de las proteínas, intervenir en la formación de la corteza; actuar sobre el desarrollo de los microorganismos y la actividad enzimática y dar sabor salado y enmascarar el que aportan otras sustancias a lo largo de la maduración del queso”.

1.7.8.1 Salado por salmuera.

En este método de salado los quesos se sumergen en un recipiente de salmuera, debido a la diferencia de presión osmótica entre la salmuera y el queso, sucede que parte del agua, ácido láctico, componentes disueltos y minerales, salgan del queso y se intercambien por el cloruro de sodio (Crosa et al. 2009).

Existen varios factores a tomar en cuenta en la penetración de la sal en el queso, por ejemplo el contenido de grasa, ya que los glóbulos de grasa pueden bloquear la estructura de la masa y por lo tanto un queso con mayor contenido de grasa se tardará más tiempo en salarse que uno con bajo contenido de grasa. Así mismo, el pH influye en la velocidad de absorción de la sal, ya que a pH más bajo se puede absorber más sal que a un pH elevado, por eso se recomienda que el queso tenga un pH de alrededor de 5,4, ya que a valores más bajos el queso es duro y quebradizo, y a valores más altos es más elástico (Gosta 2003).

2. OBJETIVOS DEL PROYECTO

2.1 Objetivo general

Generar alternativas de industrialización para la leche del cantón Quilanga.

2.2 Objetivo específicos

- Establecer el proceso para la elaboración de queso mozzarella.
- Determinar la línea de producción, maquinaria y su dimensionamiento para la elaboración de queso mozzarella.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Ubicación del trabajo

El desarrollo del producto se realizó en el laboratorio de alimentos del Departamento de Ciencias Agropecuarias y de Alimentos de la Universidad Técnica Particular de Loja.

La capacitación en Buenas Prácticas de Manufactura (B.P.M.) se las realizó en la sala de conferencias del Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Quilanga y las prácticas de elaboración del producto en la sala de procesamiento de la asociación de mujeres emprendedoras del cantón Quilanga (Anexo 1).

3.2 Materias primas utilizadas

Las materias primas utilizadas en el presente estudio fueron:

- Leche, el queso se elaboró usando leche proveniente de la finca ubicada en Cajanuma cuya propietaria es la Sra. Yohana Abad Rojas, proveedora de la planta de Lácteos Ecolac, la composición de la leche se la detalla en tabla 5.
- Cultivo lácticos, se utilizó el cultivo denominado TCC- 20 que contiene microorganismos termófilos de la variedad *Lactobacillos helveticus* y *Streptococcus thermophilus* de la marca CHR HANSEN (Anexo 2 literal 2.1).
- Cuajo líquido, se utilizó quimosina de la marca CHR HANSEN (Anexo 2 literal 2.2).
- Vinagre, se empleó el vinagre de marca comercial “El sabor” elaborado por ALIMENSABOR CIA. LTDA
- Cloruro de calcio, se empleó cloruro de calcio granulado.
- Cloruro de sodio, Se utilizó sal yodada- fluorurada de marca comercial CRIS-SAL elaborada por ecuatoriana de sal y productos químicos.

3.3 Reactivos, equipos y materiales

3.3.1 Reactivos

- Ácido bórico
- Ácido clorhídrico 0,25 N

- Ácido sulfúrico del 98% y de densidad 1,812 g/cm³
- Agua destilada
- Azul de metileno
- Etanol al 68%
- Fenolftaleína
- Hidróxido de sodio 1/9 N.
- Hidróxido de sodio 35%
- Rojo de metilo
- Pastillas kjeldahl

3.3.2 Equipos y materiales

- Acidómetro
- Balanza eléctrica
- Baño maría
- Bureta
- Butirómetro Gerber
- Capsulas de porcelana
- Centrífuga marca FUNKE GERBER, modelo 3670.
- Cocina industrial
- Equipo Microkjeldahl: marca BLOCK DISGEST, modelo K- 437
- Estufa
- Probeta
- pH metro digital
- Termolactodensímetro
- Moldes de plástico con capacidad para 500 g aproximadamente.

3.4 Diagrama y descripción del proceso de elaboración de queso mozzarella.

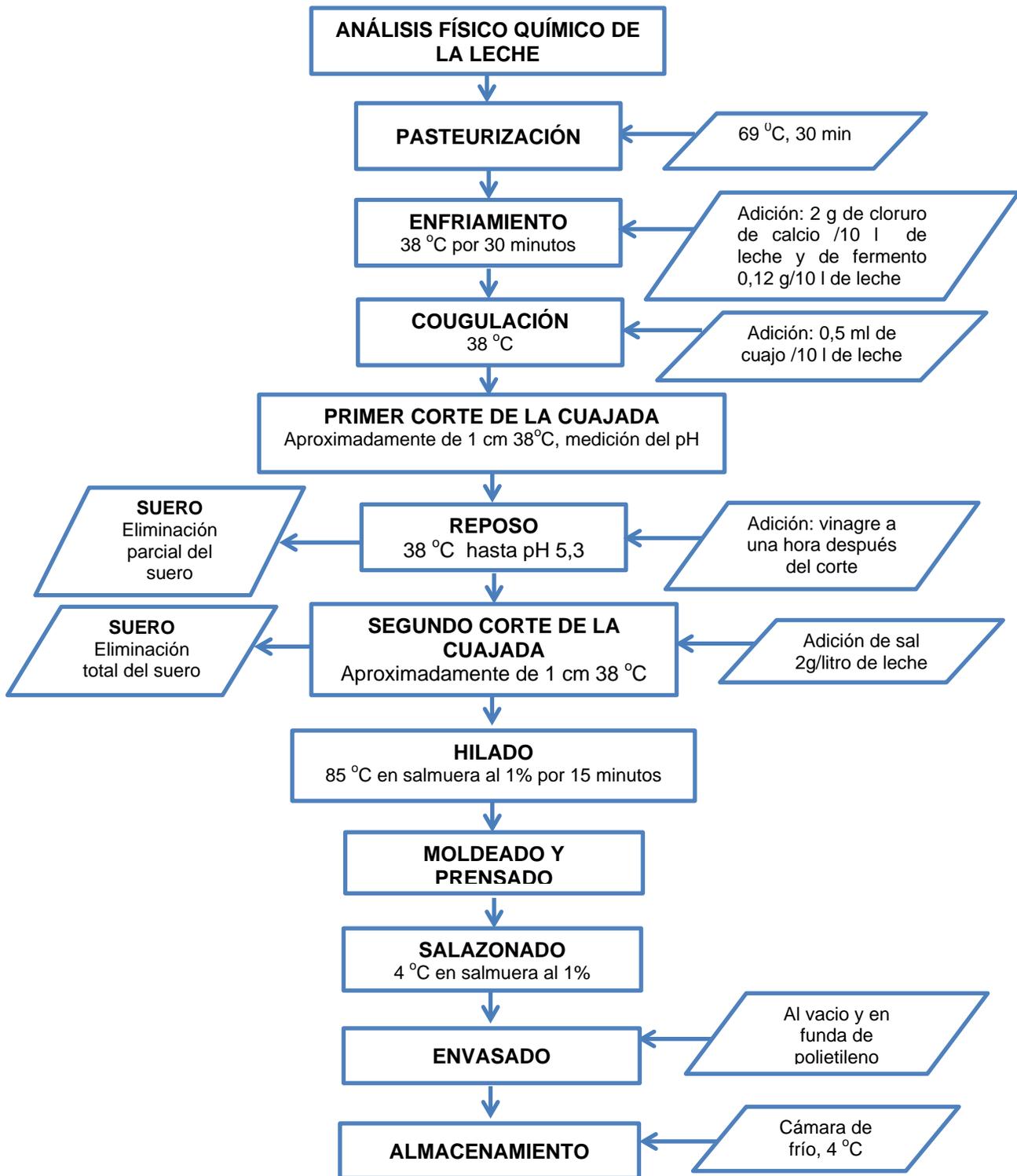


Figura 3: Diagrama de flujo de la elaboración de queso mozzarella.

Para la elaboración de queso mozzarella se realizó el siguiente proceso básico de elaboración:

3.4.1 Análisis físico químico.

A la leche fresca utilizada en la elaboración de queso mozzarella se le realizó los análisis de grasa, acidez, densidad, prueba de alcohol, descritos en la norma NTE INEN 9:2012 para leche cruda, adicionalmente se realizó la prueba de mastitis.

En la tabla 4 se indica los métodos de ensayo para el análisis físico y químico de la materia prima para la elaboración de queso mozzarella.

Tabla 4: Métodos empleados para el análisis físico químico de la materia prima

Componentes	Método de ensayo
Determinación de grasa	NTE INEN 12:1973
Determinación de acidez titulable	NTE INEN 13:1984
Determinación de la densidad	NTE INEN 11:1984
Prueba de alcohol	NTE INEN 1500:2011
Mastitis	Método descrito por Valles 1983

Fuente: INEN 82 (2012).

3.4.1.1 Determinación de grasa.

En base a la Norma INEN 12 (1973), para la determinación del contenido de grasa en la leche fresca se procedió como se detalla a continuación:

Se vertió 10 cm³ de ácido sulfúrico de densidad 1,812 g/cm³ en el Butirómetro de Gerber para análisis de grasa en leche, por las paredes del butirómetro.

Se adicionó 10,94 cm³ de leche previamente agitada para lo cual se invirtió 3 veces el frasco que la contenía.

Se colocó 1cm³ de alcohol isoamílico en el butirómetro, el alcohol isoamílico fue añadido siempre después de la leche.

Se tapó herméticamente el cuello del butirómetro y se agitó en una vitrina de protección, invirtiendo lentamente al butirómetro tres veces durante la operación, hasta la desaparición de las partículas blancas.

Se centrifugó durante un tiempo de 5 min, a una velocidad de 1000 rpm.

Se retiró el butirómetro de la centrífuga y se colocó, con la tapa hacia abajo, en el baño de agua a 65°C durante un tiempo de 5 min, manteniendo la columna de grasa completamente sumergida en el agua.

Se realizó la lectura, manteniéndose la escala en posición vertical y el punto de lectura al mismo nivel de los ojos.

3.4.1.2 Determinación acidez de la leche.

Se determinó la acidez de la leche en base a la norma INEN 13 (2012) para lo cual se preparó y estandarizó la muestra de hidróxido de sodio.

Según la norma AOAC (2006) para la estandarización de hidróxido de sodio se pesó aproximadamente 4,44 g de hidróxido de sodio y se aforó a 1000 ml de agua destilada para preparar la dilución 1/9 N, para estandarizar se pesó 0,40 g ftalato ácido de potasio, se le agregó 50 ml de agua destilada y 4 gotas de fenolftaleína y se tituló con la dilución 1/9 N de hidróxido de sodio anteriormente preparada hasta cambio de color ligeramente rosado. Se midió los mililitros gastados en el viraje, para determinar la normalidad real de la dilución de NaOH se aplicó la fórmula que se detalla a continuación:

$$NR = (w * vd / (vgNaOH * Eq))$$

NR: Normalidad real del hidróxido de sodio

w: Peso gastados del ftalato ácido de potasio C₈H₅O₄

vd: Volumen de la dilución NaOH

vgNaOH: Volumen gastado del viraje

Eq: Peso equivalente del ftalato ácido de potasio = 204,22

Según Sánchez (2013), el factor F de la disolución se la calcula de la siguiente manera:

$$F = \frac{NR}{NA}$$

Y finalmente se calcula la normalidad real de la siguiente manera:

$$NR = 0,1 * F$$

De la solución estandarizada de hidróxido de sodio se colocó en el acidómetro, se pipeteo 10 ml de leche, se colocó la muestra en un vaso de precipitación, se agregó 3 gotas de fenolftaleína y finalmente se tituló con hidróxido de sodio 1/9 N a la muestra, hasta cambio de color ligeramente rosado (Galano y Rojas 2007).

Se midió el volumen de hidróxido de sodio empleado para neutralizar el ácido contenido en la alícuota que se tituló, la unidad de medida de la acidez es en °D (Grados dornic).

3.4.1.3 Determinación de la densidad de la leche.

Para la determinación de densidad se procedió según la norma INEN 11 (1984), en la probeta volumétrica se vertió la muestra de leche hasta que se llenó completamente, se sumergió suavemente el termolactodensímetro hasta su equilibrio, se imprimió un ligero movimiento de rotación para impedir que se adhiriera a las paredes de la probeta. La zona de lectura del termolactodensímetro se mantuvo encima del plano superior de la probeta, cuando se quedó en completo reposo se leyó la medida de la graduación correspondiente al menisco superior y se registró su valor, con el mismo instrumento se realizó la medición de la temperatura en el termómetro que posee el equipo, para la corrección de la densidad a 15⁰ C se aplicó la siguiente fórmula.

$$\rho \left(\frac{g}{cm^3} \right) = (L + 0.2 (T - 15))$$

L = densidad sin corregir g/cm³

T = Temperatura de la muestra durante la determinación

ρ = Densidad.

3.4.1.4 Prueba de alcohol.

Se determinó la prueba de alcohol en la leche en base a la norma INEN 1500 (2011), procediéndose de la siguiente manera: se empleó un tubo de ensayo, en el cual se colocó en forma vertical 5 ml de la muestra de leche luego 5 ml de alcohol etílico al 68%, se mezcló suavemente invirtiéndose el tubo. La no precipitación de la proteína de la leche en el tubo indica una prueba negativa y la idoneidad de la leche para ser procesada.

3.4.1.5 Determinación de mastitis en la leche.

La mastitis es la inflamación de la glándula mamaria que se observa por el aumento en cantidad de células, especialmente leucocitos mayor que en la leche normal (Saran y Chaffer 2000).

En la leche mastítica existe una alteración de la proteína, caseína, lactosa, es por esta razón la importancia de su determinación en la elaboración de productos lácteos y para su determinación se realizó siguiendo el procedimiento indicado por Valles (1983), se colocó 2 ml de leche en una paleta de plástico con 4 cubetas a continuación se vertió la misma cantidad de reactivo (solución de prueba de California para la detección de mastitis), se mezcló haciendo movimientos circulares durante 10 segundos, la no existencia de precipitación de la leche, indica que no existía infección.

3.4.1.6 Determinación de pH en el suero y cuajada.

Se preparó la muestra para ello se tomó 30 ml de suero, se colocó en un vaso de precipitación y se sumergió el electrodo; para cada ensayo realizado se lavó con anterioridad el electrodo con agua destilada, de la misma manera se procedió con la cuajada para la cual se tomó muestras de 15 g.

3.4.2 Pasteurización.

Se aplicó llama directa proveniente de la cocina industrial sobre el recipiente que contenía la leche, controlando y manteniendo la temperatura de 69 °C por 30 min, para el control de esta temperatura se empleó un termómetro digital.

3.4.3 Enfriamiento.

Mediante circulación de agua fría por alrededor del recipiente que contiene la leche, se enfrió hasta una temperatura de 38 °C, temperatura recomendada para el desarrollo en lo posterior del cultivo y para la acción del cuajo.

3.4.4 Adición de cloruro de calcio.

La cantidad empleada fue de 2g de cloruro de calcio por cada 10 litros de leche empleada según norma (INEN 66 1973).

3.4.5 Adición del cultivo.

Según la ficha técnica del proveedor, la cantidad utilizada de cultivo TCC-20 fue de 0,12 g por cada 10 litros de leche. (Anexo 2 literal 2.1).

3.4.6 Adición del cuajo.

Manteniendo la temperatura de 38 °C se adiciona el cuajo para obtener la coagulación de la leche (Hernández y Díaz 2002), y con un tiempo de reposo de 30 min para que se produzca la coagulación (Ordoñez 2008). Se empleó la cantidad de 0.5 ml por cada 10 litros de leche según las recomendaciones de su ficha técnica (Anexo 2 literal 2.2).

3.4.7 Primer corte de la cuajada.

El corte se realizó con un cuchillo; el tamaño aproximado del grano de la cuajada fue de 1 cm, esta operación tiene el propósito de separar coágulos formados y facilitar el desuerado. Luego la masa se agita suavemente 3 veces, por intervalos de 5 minutos cada una (Hernández y Díaz 2002).

3.4.8 Reposo.

Durante este proceso la cuajada se mantiene a 38 °C, controlando el pH que no disminuya de 5,3 del suero y cuajada.

3.4.9 Desuerado.

Este proceso tiene la finalidad de drenar parte del suero sin agitar la cuajada para evitar pérdida de sólidos, la temperatura debe mantenerse constante $T = 38\text{ °C}$, el nivel del suero debe cubrir la cuajada (Hernández y Díaz 2002).

3.4.10 Adición del vinagre.

Se agregó 30 ml de vinagre por cada litro de leche empleada a una hora después del corte de la cuajada.

3.4.11 Segundo corte de la cuajada.

Al llegar la cuajada a un pH de 5,3, se cortó en cubos pequeños de 1 cm aproximadamente, después se dejó escurrir el suero (Hernández y Díaz 2002). En esta etapa se añadió 2 g de sal por litro de leche empleada.

3.4.12 Hilado.

Este proceso se realizó previo calentamiento del agua hasta llegar a ebullición luego se agregó la sal hasta formar una salmuera al 1%; se mantiene a una temperatura de 85 °C, se introdujo la cuajada por 5 minutos hasta obtener una masa plástica característica del queso mozzarella (Hernández y Díaz 2002).

3.4.13 Moldeado y prensado.

La masa formada anteriormente se procedió a pesar y colocar en moldes con capacidad aproximada de 500 g y se realiza un prensado manual por 5 minutos para así evitar una mala apariencia al queso.

3.4.14 Inmersión salmuera.

Una vez formado la masa en los moldes, estos se sumergieron en salmuera al 1% (agua precalentada hasta llegar a ebullición, se adicionó sal al 1% y se enfrió a una temperatura de 4 °C), el tiempo de inmersión fue de 90 min, con la finalidad de enfriar la masa y que tome forma del molde (Hernández y Díaz 2002).

3.4.15 Envasado.

Una vez retirado de los moldes se procedió a pesar para determinar el rendimiento y el empaquetado se realizó en fundas de polietileno (Hernández y Díaz 2002).

3.4.16 Almacenamiento.

Los quesos mozzarella se almacenaron a una temperatura de 4 °C en una cámara de refrigeración.

3.5 Diseño experimental

Se aplicó un diseño simple al azar con 4 tratamientos y tres repeticiones cada uno.

3.5.1 Tratamientos analizados

A: sin adición de vinagre

B: adición de 30 ml de vinagre inmediatamente después del corte de la cuajada

C: adición de 30 ml de vinagre a los 45 minutos después del corte de la cuajada

D: adición de 30ml de vinagre a 1 hora después del corte de la cuajada.

3.5.2 Análisis estadístico.

A los datos recolectados de tiempo, rendimiento y características organolépticas de los diferentes tratamientos se les aplicó análisis de varianza, para determinar si existe diferencia entre los tratamientos, una prueba de Tuckey y nivel de significancia de 0,05 para determinar el mejor tratamiento, el análisis realizado se lo puede observar en el Anexo 5.

3.5.3 Variables evaluadas.

3.5.3.1 Ficha técnica y de estabilidad del queso mozzarella.

La ficha técnica para el queso mozzarella se realizó en base a los requisitos establecidos por la norma NTE INEN 82: 2011.

Para realizar la ficha de estabilidad del queso mozzarella se almacenó a temperatura de refrigeración (4 °C), se realizó los análisis físicos, químicos y microbiológicos para determinar la vida útil del producto, el tiempo de estudio fue por un periodo de 28 días, se realizó análisis a los días 0, 7, 21 y 28 días (Carrillo y Mondragon 2011). Los tipos de análisis realizados en la ficha de estabilidad son: humedad, grasa, proteína, fosfatasa, *Staphylococcus aureus*, *Listeria monocytogenes*, *Escherichia coli*, *Salmonella* y Enterobacterias.

a) Análisis físicos químicos para el queso

- La determinación de fosfatasa se realizó siguiendo la metodología (AOAC 1999). Se usaron dos tubos: muestra 1(M1) y control (M2); se le añade a cada uno 10 ml de agua destilada a una temperatura de 37 °C-39 °C más 0,250 g de LACTO-ZYMAI y mezclar hasta que se disuelva. Al tubo M1 se le añade 1 g de muestra homogeneizada de queso, el tubo M2 se calienta a 85 °C, con el fin de destruir previamente la fosfatasa. Se coloca los tubos en un baño maría a una temperatura de 45 °C por 10 min. Posteriormente se agrega a cada tubo 0,250 g de LACTO-ZYMAII, agitar durante 10 min. Se deja en reposo 5 min luego se comparan resultados observando los colores de los tubos con la tabla de colores proporcionada por el proveedor del ensayo.

- Para la determinación de grasa se empleó la metodología que se indica en la norma NTE INEN 64:1974 y para la determinación de grasa en extracto seco se aplicó la siguiente fórmula:

$$G' = \left(\frac{G}{100 - H} \right) 100$$

G' = contenido de grasa en el extracto seco, en porcentaje de masa.

G = contenido de grasa, en porcentaje de masa.

H = contenido de humedad, en porcentaje de masa.

- En la determinación de humedad se empleó la metodología que se indica en la norma NTE INEN 63: 1973, aplicando la siguiente ecuación:

$$H = \frac{(m1 - m2)}{m1 - m} * 100$$

m: Masa de la cápsula, en g.

m1: Masa de la cápsula y muestra, en g.

m2: Masa de la capsula y residuo seco, en gramos

- Para el análisis de proteína se empleó el método Kjeldahl, descrito en la norma AOAC (2006). El porcentaje de Nitrógeno del queso se calculó aplicando la siguiente ecuación:

$$\text{Nitrogeno, \%} = (1,4007 * (Vs - Vb) * N) / w$$

Vb: ml de HCl de titulación blanco

Vs: ml de HCl de titulación muestra

w: peso de la muestra g

N: Normalidad del ácido.

El porcentaje de proteína del queso se calculó aplicando la siguiente ecuación:

$$\% \text{ Proteina} = \%N * F$$

F: Factor de conversión (6,38)

b) Análisis microbiológico.

Se utilizaron placas Petrifilm 3M para *Escherichia coli*; *Staphylococcus aureus*; *Enterobacteriaceae*; la metodología empleada se describe a continuación:

- Se colocó 10 g de muestra de queso mozzarella en una botella de dilución estéril.
- Se añadió el diluyente (agua de peptona previamente esterilizada), mezclar y homogeneizar la muestra.
- Se dispuso las placas en una superficie plana. Levantar el film superior.
- Se pipeteó 1 ml (relación 1:10) de la dilución colocándola en el centro del film interior, bajar el film superior, ubicando la cara lisa del aplicador en el film superior sobre el inóculo y presionar para distribuir el inóculo.
- Se levantó el aplicador, esperar que se solidifique el gel.
- Inoculó las placas Petrifilm cara arriba a 35°C durante 24 horas, transcurrido este tiempo se contó el número de colonia.

3.5.3.2 Rendimiento y tiempo.

El Rendimiento se lo determinó en base a la relación porcentual entre los kilogramos de queso obtenido y la cantidad de leche empleada para su elaboración (Román y Ferrer 2000). Empleando la siguiente ecuación:

$$\% \text{ Rendimiento} = \left(\frac{\text{Kg de queso}}{\text{L de leche}} \right) * 100$$

El Tiempo de acidificación se determinó desde el primer corte de la cuajada hasta lograr un pH de 5,3, valor al cual se puede realizar el hilado de la cuajada en agua caliente (Carrillo y Mondragon 2011).

3.5.3.3 Evaluación sensorial.

Las características organolépticas que se evaluó a cada tratamiento fueron: sabor, textura, color y aceptación general para ello se empleó una evaluación sensorial descrita a continuación:

Se realizó mediante el análisis al consumidor, utilizando un test hedónico que posee una escala de 9 puntos, que va desde 1 punto a me disgusta muchísimo, 9 puntos al producto con calificación me gusta muchísimo, el número de evaluadores fue de 80 personas (Anzaldúa 1994) (ver Anexo 3).

Para el proceso de degustación se lo realizó en las instalaciones de la cafetería de la Universidad Técnica Particular de Loja a partir de las 4 pm, se codificó con números cada tratamiento: A = 646, B = 781, C = 894 D = 974, los evaluadores degustaron todos los tratamientos, los resultados de la evaluación se registraron para luego proceder al análisis estadístico (Anzaldúa 1994).

3.6 Determinación de la línea de producción, maquinaria y su dimensionamiento.

En el caso específico de este proyecto, en el cantón Quilanga se cuenta con una disponibilidad de materia prima de 500 litros/día en temporada de invierno y 355 litros/día en temporada de verano (Jaramillo 2012 y Castillo 2013). Con este abastecimiento de materia prima y considerando un rendimiento obtenido del presente trabajo del 11 al 12,87% en la transformación de leche en quesos, se obtiene una producción que varía entre 55 a 64,35 kilogramos de queso diario, esto a su vez se traduce a un promedio de 16676,30 kilogramos anuales.

Se tomó en consideración el proceso establecido y el tiempo de elaboración del producto, finalmente se procedió a la selección y especificación de los equipos y utensilios para la elaboración de los productos (Contreras 2003). La información proporcionada acerca de las características técnicas de la maquinaria, equipos y los precios pueden ser vistos en el Anexo 4 literal 4.1, 4.2.

4 RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1 Análisis de la leche

En la Tabla 5 se muestra los promedios de los análisis de acidez, densidad, materia grasa, prueba de alcohol y pH realizado a la leche utilizada para la elaboración del queso mozzarella (ver Anexo 6).

Tabla 5: Resultados obtenidos del análisis físico químico a la materia prima

Parámetros	Promedio	Norma NTE INEN 9:2012	
		Min	Max
Acidez titulable (° D)	14,80± 0,11	13	17
Densidad (g/cm ³)(15 ° C)	1,030± 0,001	1,029	1,033
Materia grasa (%)	3,71±0,32	3,0	----
Prueba de Alcohol	Negativo	Negativo	
pH	6,61 ±0,05	-----	

Fuente: INEN 82, (2012)

El pH y densidad promedio obtenido para la leche no difiere de aquella reportada por la literatura, donde el pH varía de 6,5 a 6,7 y su densidad oscila entre 1,027 a 1,034 g/ cm³ (McCarthy y Singh 2009 y Munguía 2010).

Según Alais, Fox y McSweeney, citados por Negri (2005), la leche de vaca recién ordeñada y sana es ligeramente ácida con un pH comprendido 6,5 y 6,8 como consecuencia de la presencia de caseínas, aniones fosfóricos y cítricos (principalmente, estos valores se aplican a temperaturas cercanas a 25 °C) los resultados obtenidos del presente estudio se enmarcan dentro de los márgenes establecidos por estos autores.

Estudios realizados por Rashida et al (2004) de acidez, grasa y pH a la leche de diferentes especies (búfalo, vaca, cabra y oveja), en la leche de vaca se obtiene valores de 15 °D, 4,56% y 6,65, respectivamente, al comparar con los resultados obtenidos en la presente investigación (14,80 °D, 3,71 % y 6,61) se puede observar valores muy parecidos a los reportados por este autor con cierta diferencia en el contenido graso.

La composición de la leche varía considerablemente, determinándose un contenido de grasa en la leche de vaca de 3,4 %, menor al valor obtenido del presente estudio de 3,71% (Wattiaux 2000).

En estudios realizados de la comparación nutricional de leche de diferentes especies, entre ellas la de vaca, se observa un porcentaje de grasa de 3,61%, que al comparar con el obtenido en la presente investigación (3,71 %) es menor (Malacarne et al. 2002).

Según Fox et al (2000) el contenido de grasa es de 3,7 %, dato que es parecido al obtenido en el presente estudio.

Lo anterior permite afirmar que la leche empleada reúne la composición físico-químico aceptable para un procesamiento técnicamente viable y que, se encuentra dentro de los rangos normales establecidos por la norma NTE INEN 9:2012, su contenido y composición puede asociarse con adecuados rendimientos queseros (Oliszewski, citado por Chacón y Pineda 2009).

4.2 Análisis de rendimiento y tiempo.

En la Tabla 6, muestra el valor promedio de los cuatro tratamientos con respecto al rendimiento y tiempo de elaboración del queso. El análisis estadístico se lo puede observar en el anexo 5.

Tabla 6: Rendimiento y tiempo de elaboración del queso mozzarella.

Proceso de elaboración	Tratamiento A	Tratamiento B	Tratamiento C	Tratamiento D
Rendimiento (%)	9,30± 0,11 c	11,42± 0,22 b	11,52± 0,40 b	12,87± 0,07 a
Tiempo (min)	222,67± 20,60 a	204,33± 19,01 ab	205,97± 23,30 ab	157,33± 19,66 b

n = 3

- Los valores en la misma fila con diferente letra son significativamente diferentes de acuerdo con los rangos del test Tukey

El rendimiento en los quesos elaborados con adición de vinagre es significativamente mayor que en el elaborado sin adición de vinagre.

Al comparar el rendimiento entre los quesos elaborados con vinagre (B, C y D), existe diferencia significativa entre el tratamiento D con respecto a los tratamientos B y C, obteniéndose mayor rendimiento en el tratamiento D.

En el estudio realizado por Aguilar et al. (2006) se uso suero fermentado adicionado a la leche antes de cuajar y después del corte de la cuajada, llegando ambos tratamientos a pH de 5,2 se obtubó un tiempo de elaboración de 7 a 8 horas y un rendimiento de 10,83 a 11,81%, al compararlos con los resultados del presente estudio sus valores coinciden en rendimiento y tiempo de elaboración del queso mozzarella.

En la Tabla 7 se muestra los resultados obtenidos por Arciniega, (2010) de la elaboración de queso mozzarella con el empleo de ácido láctico, cítrico, combinación de ambos ácidos y sin ácido.

Tabla 7: Rendimiento de queso mozzarella por acidificación directa.

Descripción	Rendimiento (%)
Ácido láctico	13,40 ±0,36
Ácido cítrico	10,63 ±0,15
Ácido láctico y ácido cítrico	10,33 ±0,17
Sin ácido	10,18 ±0,10

Fuente: Arciniega, (2010).

Al realizar la comparación con los resultados obtenidos del presente estudio con los reportados por Arciniega, (2010), se notó que el tratamiento sin adición de ácido su rendimiento es mayor al obtenido del queso elaborado sin vinagre del presente estudio, la aplicación de ácido cítrico y la combinación láctico y cítrico no supera en rendimiento a los tratamientos con aplicación de vinagre, únicamente el tratamiento con ácido láctico presenta la obtención de mayor rendimiento que el mejor tratamiento (D) del presente estudio.

En estudios realizados por Tobar (2012), quesos elaborados con ácido láctico obtuvo 8,35% de rendimiento, con el ácido cítrico un 10,72 % de rendimiento, menores rendimientos al obtenido de los quesos elaborados en los presentes tratamientos con adición de vinagre.

Al referirnos al tiempo de elaboración, los tratamientos a los que se les aplicó vinagre no tienen diferencias significativas entre ellos, obteniéndose un promedio menor del tiempo de elaboración en el tratamiento D.

En el tratamiento de queso elaborado sin vinagre con respecto a los tratamientos con adición de vinagre (B y C) no se observó diferencia significativa en el tiempo, existiendo diferencia significativa entre el tratamiento A y el tratamiento D, obteniéndose menor tiempo de elaboración en el tratamiento D.

Según Brito (2002), al emplear ácidos como ácido cítrico se reduce el tiempo de acidificación del queso de 8 horas a 2,5 horas, aumentando los rendimientos significativamente de 8,83 a 9,5 %, en el presente estudio con el uso de vinagre en la elaboración de queso mozzarella se logra reducir el tiempo de elaboración de 8,21 a 7,11 horas y aumentar el rendimiento significativamente de 9,30 a 12,87 %.

Según Tobar (2012), con el uso de reguladores de la acidez (ácido cítrico) se reduce a 3 horas (180 min), en el presente estudio usando vinagre como regulador de la acidez se disminuye este tiempo a 2 horas con 37 minutos.

Queso mozzarella realizado con el procedimiento tradicional desde el drenaje del suero hasta que la cuajada llegue a un valor de pH de 5,2, toma de 6-7 horas de elaboración, al utilizar nuevas metodologías de elaboración como es la adición de vinagre se consigue una disminución del tiempo de elaboración de hasta 2,62 horas (Spano et al. 2003).

4.3 Propiedades sensoriales

En la Tabla 8 se indica los resultados obtenidos del análisis de la evaluación sensorial realizado a los diferentes tratamientos dentro de la experimentación (Anexo 5).

Tabla 8: Resultados de la evaluación sensorial de queso mozzarella.

Categoría	Tratamiento A Media± D.E	Tratamiento B Media± D.E	Tratamiento C Media± D.E	Tratamiento D Media± D.E
Color	7,77 ± 1,01 ab	8,15 ± 0,72 a	7,55 ± 1,29 b	7,86 ± 1,10 ab
Textura	7,53 ± 0,90 a	7,79 ± 0,96 a	7,55 ± 1,28 a	7,67 ± 0,98 a
Sabor	7,71 ± 1,14 a	7,96 ± 1,15 a	7,59 ± 1,32 a	7,86 ± 1,10 a
Aceptación general	7,01 ± 1,20 b	7,71 ± 1,01 a	7,43 ± 1,20 ab	7,61 ± 1,47 a

Los valores en la misma fila con diferente letra son significativamente diferentes de acuerdo con los rangos del test Tukey

En la característica de color evaluada a los quesos elaborados con y sin adición de vinagre, se determinó que no existe diferencia significativa entre los tratamientos A y D, no ocurre lo mismo entre los tratamientos B y C.

El análisis realizado a los quesos con respecto a la textura se determinó que no existen diferencias significativas entre los tratamientos con y sin adición de vinagre.

Con respecto al sabor, se detectó que no existe diferencia significativa, demostrándonos de esta manera que el tratamiento aplicado no influye en el sabor del queso mozzarella.

Al referirnos a la aceptación general el tratamiento A (no emplea vinagre) con respecto a los tratamientos B y D (que emplea vinagre) son significativamente diferentes y el Tratamiento C no presenta diferencia significativa con los demás tratamientos.

De acuerdo al análisis realizado a los diferentes tratamientos elaborados con y sin adición de vinagre se escogió como mejor al tratamiento D por obtener mayor rendimiento.

4.4 Ficha de técnica y ficha estabilidad del mejor tratamiento

4.4.1 Análisis físico químico.

Del anexo 6, literal 6,2; se resumen en la Tabla 9 los análisis realizados al mejor tratamiento, los mismos que cumplen los requisitos de la norma NTE INEN 82: 2011.

Tabla 9: Resultado de los análisis físicos químicos realizados al mejor tratamiento.

Análisis	Resultados	Norma NTE INEN 82:2011
		Alto contenido de humedad
Grasa %	18,10 ± 0,10	----
Grasa láctea en el extracto seco %	44,05± 0,25	20 (mínimo)
Prueba de fosfatasa	Negativo	Negativo
Extracto seco lácteo %	41,09± 0,28	29,0 (mínimo)
Humedad %	58,91± 0,032	----
Proteína, %	20, 96± 0,45	—

n = 2

Fuente: INEN e Investigación experimental

En el análisis realizado al queso mozzarella convencional con leche de vaca, se reportaron los siguientes datos: humedad de 57,60%, extracto seco total de 42,40 %, grasa de 16,79% y proteína 21,74% (Greggio 2006) los datos obtenidos de la presente experimentación se asemejan a los de este autor.

En estudios realizados por Hill, citado por Torres y Gudiño (2008), detalla el contenido de humedad 54,1% , para la proteína 19,4%, en grasa 21,6% y grasa en materia seca 47,1% del queso mozzarella, al comparar los datos obtenidos de humedad y proteína del queso en el presente estudio son mayores a los de la referencia y el contenido de grasa y grasa en materia seca del queso en el presente estudio son menores a los de la referencia.

En estudios realizados anteriormente de la composición química del queso mozzarella se determina los siguientes valores: 44,3% de humedad, grasa del 29,0%, proteína 22,9% y grasa en extracto seco 52,1% (Cháves et al. 1999), al comparar dichos resultados con los del

presente estudio se observó un mayor contenido en humedad a la de la referencia, y menor contenido con los demás componentes.

Sameen et al. (2008) evaluaron la composición química del queso mozzarella elaborado con leche de vaca y búfala, en el queso mozzarella elaborado con leche de vaca, se obtuvo los siguientes datos: humedad 52,49%, grasa 16,59% y proteína 14,78%, se puede observar que los datos obtenidos en el presente estudio (58,91% de humedad, 18,1% de grasa y 20,50 % de proteína) son mayores a los reportados por dicho autor.

Tunick et al. (1991) realizó un estudio de la elaboración de queso mozzarella alta humedad, en el cual evaluó los promedios del contenido de humedad (alta y baja) y grasa (bajo y rico) de diferentes quesos mozzarella elaborados, cuyos resultados se detalla en la tabla 10 a continuación:

Tabla 10: Humedad, grasa y grasa en extracto seco del queso mozzarella.

Tipo de mozzarella	Humedad (%)	Grasa (%)	Grasa en extracto seco (%)
Bajo en grasa- alta humedad	57,40	9,50	22,30
Rico en grasa- alta humedad	52,20	21,00	43,90

Fuente: Tunick et al. (1991).

Al comparar con los resultados obtenidos del mejor tratamiento en la presente investigación el contenido de humedad (58,91%) es cercano a los quesos bajo (57,41) y rico (52,2) en grasa reportado por el autor, el contenido de grasa (18,1%) es mayor al tratamiento bajo en grasa y menor al tratamiento rico en grasa reportados por la referencia, el contenido de grasa en extracto seco (44,05%) es mayor a los tratamientos bajo en grasa y similar al tratamiento rico en grasa reportados por este autor.

Pagliarini et al. (1997) analizó la composición física química del queso mozzarella elaborado a base de leche alta en grasa y leche baja en grasa, sus resultados indican ser similares en el contenido de humedad (58,72), menor porcentaje de grasa (21,35) y menor contenido de proteína (17,69), que los resultados obtenidos en el presente estudio.

Al comparar los resultados de los quesos elaborados con leche baja en grasa son mayores en humedad (68,46), menor contenido de grasa (9,01) y proteína (21,15) a los obtenidos del queso de la presente experimentación y los quesos elaborados con leche alta en grasa son similares a los datos obtenidos en la presente investigación.

En el Tabla 11 se muestra los resultados de la composición físico químico de muestras de queso mozzarella disponibles en el mercado

Tabla 11: Composición físico química de queso mozzarella comercializados en la ciudad de Loja.

Características	Kiosco	Supermaxi	Saragueros	Finca	Reyqueso
Humedad	----	----	----	----	----
Grasa	23,33%	23,33%	23,33%	20%	20%
Proteína	20%	20%	20%	20%	20%

Fuente: Información nutricional del queso mozzarella comercializado en Loja

El contenido de proteína (20,96) del queso obtenido en el presente estudio es similar al de los comercializados en la ciudad de Loja, pero no es similar en el contenido de grasa (18,1) ya que posee un menor valor que todos los demás.

Al realizar la comparación del mejor tratamiento de la presente investigación, el contenido de grasa (18,1%) el valor es parecido al reportado por Madrid (1996) de 16-17%, y el de humedad (58,91%) parecido al obtenido por Furtado (2001) de 52-60%, al referirnos con el contenido de proteína (20,50%) del mejor tratamiento del presente estudio su valor es semejante al reportado por Furtado (2001) de 19-20% y mayor al obtenido por Madrid (1996) de 11.50%.

Según Castillo (2001) en la elaboración de queso estableció un contenido de $60,7 \pm 1,5$ de humedad, grasa de $22,5 \pm 3$, al comparar con los datos experimentales en el presente estudio el contenido de grasa y humedad son menores a los de este autor.

En estudios realizados a diferentes tipos de queso mozzarella elaborados con leche de vaca y búfala, en el queso elaborado con leche de vaca se obtuvo los siguientes datos: humedad $47,4 \pm 0,3$, grasa $24,2 \pm 0,4$ y proteína $20,5 \pm 0,6$ (Mijan et al. 2010). Al comparar el contenido de

humedad $58,91 \pm 0,32$, grasa $18,1 \pm 0,10$ y proteína $20,99 \pm 0,45$, en el presente estudio se guarda mayor similitud con el contenido de proteína.

En la composición proximal del queso mozzarella elaborado con leche de vaca se reportan los siguientes datos: humedad 45,2%, grasa 20,3% y proteína 25,4% (Suliman et al. 2013). Al realizar la comparación, se notó que el queso elaborado con vinagre (D) posee mayor porcentaje de humedad y menor contenido de proteína y grasa que los de la referencia.

Las diferencias físico químicas presentadas por diferentes autores y las encontradas en esta investigación pueden deberse a varios factores, estos pueden ser el proceso de elaboración, origen y calidad de la materia prima, el cultivo y el tipo de maduración, en el caso del presente estudio se le puede atribuir estas diferencias al proceso de elaboración y principalmente a la composición de la leche (Carrillo y Mondragon 2011).

4.4.2 Análisis Microbiológico.

En la Tabla 12 se muestra los resultados obtenidos del análisis microbiológico del queso mozzarella según requerimientos de la norma NTE INEN 82:2012.

Tabla 12: Análisis microbiológico al mejor tratamiento

Característica	Día 0	Día 7	Día 14	Día 21	Día 28	Norma NTE INEN 82:2011	
						m	M
<i>E. Coli</i> UFC/g	1 UFC/g	3 UFC/g	5 UFC/g	7 UFC/g	10 UFC/g	<10	10
<i>Enterobacteriaceas</i> UFC/g	15 UFC/g	30 UFC/g	60 UFC/g	90 UFC/g	120 UFC/g	2×10^2	10^3
<i>Staphylococcus aéreos</i> UFC/g	3 UFC/g	10 UFC/g	20 UFC/g	30 UFC/g	80 UFC/g	10	10^2
<i>Salmonella</i>	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	
<i>Listeria mococtogenes</i>	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	

*Dilución 10^{-1}

m = índice de buena calidad

M = índice aceptable de calidad.

Al realizar el análisis de *E. Coli*, *Enterobactericeas* y *Staphylococcus* en las muestras de queso en el día 21 por el número de microorganismos desarrollados, se determina que se encuentran dentro de los parámetros de la norma, que según esta cataloga al queso dentro del índice de buena calidad.

Al realizar el análisis de *E. Coli*, *Enterobactericeas* y *Staphylococcus* en las muestras de queso en el día 28 se observa desarrollo de los microorganismos *Staphylococcus* y *Enterobactericeas*, encontrándose dentro de los parámetros de la norma, que según ésta cataloga al queso dentro del índice aceptable de calidad.

En cuanto al análisis de *Salmonella* y *Listeria monocytogenes* realizados desde el día 0 al día 28 no hubo presencia de estos microorganismos.

Por la carga de microorganismos desarrollados se observa que hasta el día 28 el queso mozzarella cumple con la característica de queso con calidad aceptable.

Estudios realizados por Carrillo y Mondragón (2011) del tiempo de vida útil del queso, el cual puede verse afectado por factores ambientales, físico químicos, por el envasado y por los métodos de fabricación, pero principalmente a la calidad de la materia prima que procede, en el caso particular del queso mozzarella elaborado con vinagre se le atribuye a la factores físico, químico y microbiológicos (ambiente) al momento de envasar y elaborar el producto.

4.5 Determinación de la línea de producción, maquinaria y su dimensionamiento para la elaboración de queso mozzarella.

4.5.1 Línea de Producción del Queso Mozzarella.

Para la elaboración del diseño de la línea de producción del queso mozzarella, se tomó en cuenta el volumen de materia prima que se produce en el sector, proceso de producción, la cantidad de producto a elaborar y recomendaciones tecnológicas, de acuerdo con esto se establece el tipo y capacidad de la maquinaria, se cotizó los equipos cuya descripción detallada se la indica en las proformas del Anexo 4 y finalmente se diseñó la planta, con la asesoría de un

arquitecto y bajo las necesidades planteadas se determinó el tamaño, accesos y servicios básicos entre los principales elementos.

La distribución de la planta se realizó en base a lograr una apropiada ubicación de las áreas de trabajo, ordenación de espacios que faciliten el movimiento, almacenamiento, efectividad de las líneas de producción, ubicación adecuada del personal administrativo, servicios para el personal de producción, una ruta adecuada para el ingreso de materia prima, despacho de producto terminado, etc.

En la figura 4, se indica el plano diseñado para la construcción de la planta de lácteos, elaborado en el programa Microsoft Visio, consta en el mismo las zonas de producción para queso y yogur, zonas administrativas, de mantenimiento, despacho y comercialización, control de calidad de materia prima, cuarto de máquinas, entre otras. Con dicho diseño y distribución se pretende aprovechar el espacio, tener la mayor accesibilidad, comodidad y seguridad.

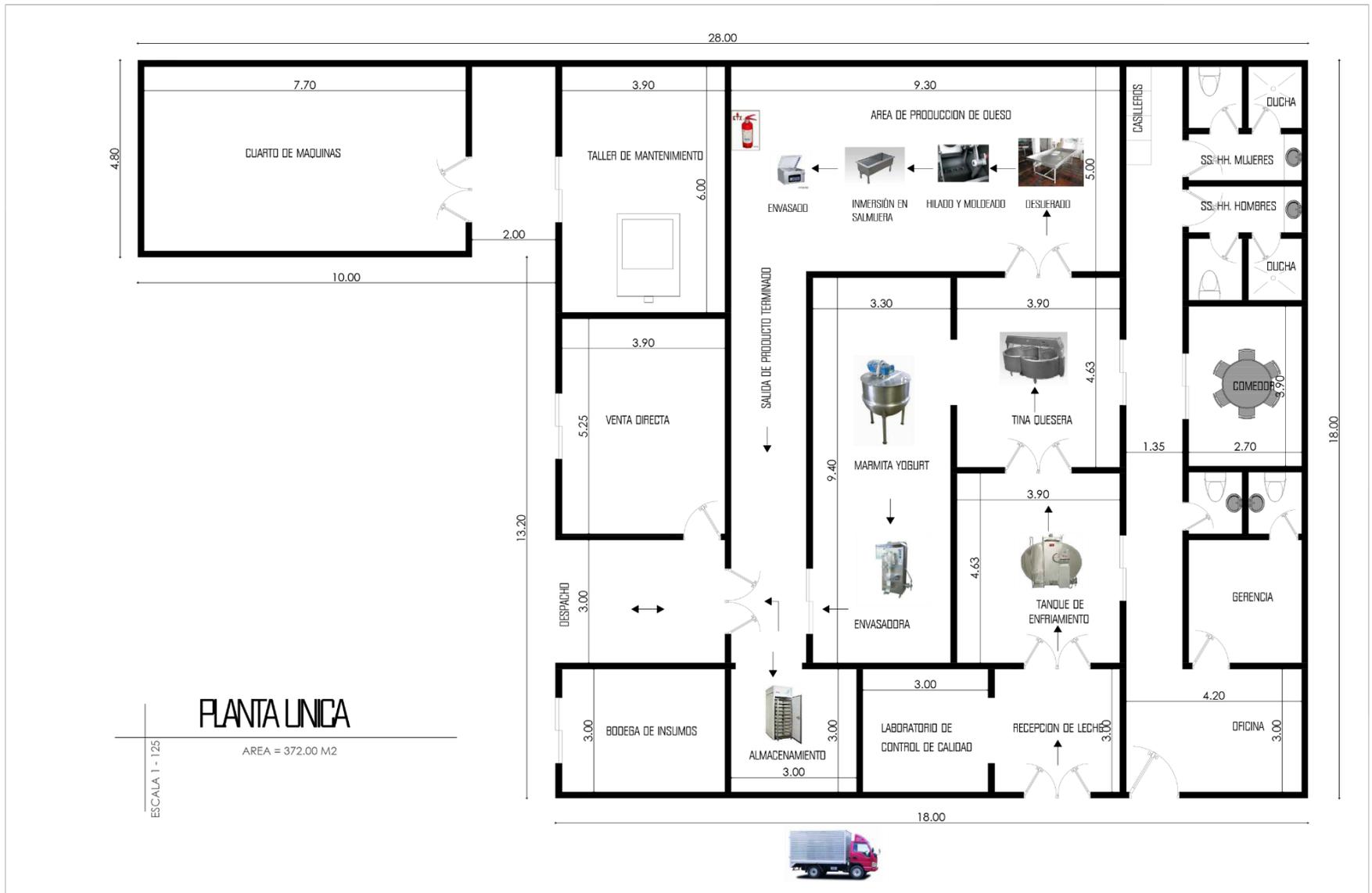


Figura 4: Diseño de la planta de Producción del Queso Mozzarella.

A continuación se describe en resumen las principales áreas para el procesamiento de productos lácteos:

4.5.1.1 Área de recepción de leche

Comprende los procesos que se realizan desde la entrada de los vehículos transportadores de materia prima, control de la procedencia o proveedor de leche y cantidad de litros de leche ingresados a la planta, debe estar ubicada a la entrada o ingreso a la planta, y que brinde el fácil acceso a los vehículos transportadores de leche y descarga rápida.

4.5.1.2 Área de laboratorio de laboratorio de control de calidad

Área diseñada para los procesos del análisis químico, físico y microbiológico de la materia prima que ingresa al área de recepción y producto terminado que sale de las zonas de producción, en este sitio trabajará un técnico responsable del control de calidad.

4.5.1.3 Área de procesamiento de queso

Comprende el sector donde se realizan todos los procesos con el objetivo de obtener el queso, se considera desde el proceso de enfriamiento de la leche cruda, pasteurización, coagulación hilado, moldeo, prensado y envasado del producto terminado.

A continuación se detalla la funcionalidad de los equipos que formarían parte de esta área:

Tina de recepción y filtrado, se emplea en la medición y poder registrar la cantidad de leche recibida, también permite filtrar la leche para la eliminación de impurezas de la leche antes someter la leche al proceso de enfriamiento.

Bomba sanitaria, para transportar leche desde la tina de recepción hasta los diferentes equipos de las áreas de producción de la planta.

Tina de pasteurización y cuajado, cumple dos funciones, la primera destinada para la pasteurización de la leche y la segunda para el proceso de coagulación de la leche manteniendo la temperatura de 38 ° C hasta que adquiera el pH 5.3.

Agitador, para agitar la leche durante la pasteurización, enfriamiento y a la cuajada

Lira vertical, para corte de cuajada.

Mesa de moldeo y desuerado, para el corte, salado de la cuajada y colocar la cuajada en los moldes.

Hiladora, para amasar la cuajada, realizar un proceso de estiramiento de la misma, adquiriendo la forma de hebras característica del queso mozzarella.

Prensa neumática de doble pistón, para ayudar a mantener la forma y eliminar el suero de los quesos.

Tina salmuera, en la cual se sumerge los quesos en agua salada a bajas temperaturas después de ser hilados, se produce el salado de los mismos y ayuda a que con el enfriamiento el queso no se deforme.

Moldes, para colocar las porciones de queso y ayudar a dar la forma deseada del producto.

Máquina empacadora, para empacar y sellar los quesos al vacío mejorando la vida útil del producto.

4.5.1.4 Área de procesamiento de yogurt

Marmita, cumple la función de pasteurizar y enfriar la leche hasta temperatura de fermentación del cultivo para yogurt.

Envasadora manual, para envasar el yogurt en funda y frasco, al igual que todos los equipos que se utilizan en el proceso de producción y que están en contacto con los alimentos deben ser contruidos en acero inoxidable.

4.5.1.5 Área de almacenamiento de producto terminado.

Cámara de Frío, para almacenamiento de producto terminado a bajas temperaturas.

4.5.1.6 Área de bodega

En la que se almacena materiales e insumos empleados en la elaboración de productos durante los procesos de producción, debe tener ventilación adecuada, mantenerse en temperaturas frescas, con suficiente distribución de espacio para los diferentes elementos almacenados.

4.5.1.7 Área venta directa y despacho.

En el área de venta directa, el producto es comercializado por menor y el área de despacho para ventas por mayor de producto terminado, es la zona de carga de productos entregados a los distribuidores.

4.5.1.8 Área de taller de mantenimiento

Zona de trabajo del personal de mecánica, almacenamiento de herramientas empleadas en el mantenimiento preventivo y correctivo de las diferentes instalaciones y equipos que constituyen la planta de lácteos.

4.5.1.9 Cuarto de máquinas

En el cual se ubicará equipos como caldero, compresor, generador eléctrico, en este lugar y en toda la planta debe existir señalética adecuada que prevenga de los riesgos de manipulación de máquinas.

4.5.2 Recomendaciones técnicas de las diferentes áreas de la planta de elaboración de productos lácteos.

Para la distribución de las diferentes áreas de la planta se basó en el reglamento de Buenas prácticas de manufactura para alimentos procesados, respecto a la construcción la planta de

lácteos debe cumplir con los Artículos 3 de las condiciones mínimas básicas, Artículo 5 Diseño y construcción, Artículo 6 Condiciones específicas de las áreas, estructuras internas y accesorios, y Artículo 7 Servicios de la planta descritos en la norma BPM (2002).

Es necesario que la planta de industrialización se encuentre en un sector alejado de focos de contaminación, debe evitarse que este junto a lugares donde se realizan actividades que pueden ser fuente de contaminación como mataderos, depósitos de basura, gasolineras, etc.

El área de producción dentro de la planta de elaboración de productos lácteos debe cumplir con algunos requisitos indispensables para el funcionamiento adecuado, debe poseer suficiente espacio para la colocación del equipo, almacenamiento de los materiales, para el mantenimiento de las operaciones sanitarias y la elaboración de productos alimenticios seguro, es indispensable una correcta iluminación natural y/o artificial en todas aquellas áreas donde el alimento se inspecciona, elabora y almacena, de la misma manera se debe poseer una ventilación adecuada. A continuación se sugiere algunos requerimientos y características técnicas que debe poseer la infraestructura a fin de cumplir con lo estipulado en las buenas prácticas de manufactura.

a) Pisos

De cemento recubiertos de material que no permita la acumulación de polvo o sea fuente de contaminación dentro de las diferentes etapas de elaboración del producto y resistente al efecto corrosivo del suero. El material debe tener la propiedad que permita limpiarlo y desinfectarlo diariamente, el piso debe ser de fácil evacuación de desperdicios y residuos de aguas, teniendo una inclinación hacia los drenajes. Los drenajes deben estar provistos de rejillas desmontables y recubiertas con telas metálicas y colectores o trampas de grasa ubicados en lugares de fácil limpieza.

b) Techo

Con una altura mínima de tres metros en zona de procesos, no debe tener grietas, sin molduras ni elementos que permitan la acumulación de polvo, fáciles de limpiar y se debe evitar al máximo la condensación, ya que facilita la formación de mohos y el crecimiento de bacterias.

c) Paredes

Lisas, lavables, recubiertas de material sanitario de color claro, fácil limpieza y desinfección. Ausencia de pintura descascarada, la pintura de tipo lavable.

d) Ventanas

Construidas de material inoxidable, sin rebordes que permitan la acumulación de suciedad, sus dinteles serán inclinados para facilitar el aseo. En lo posible las ventanas de vidrio deben ser reemplazadas por material irrompible para que en caso de rupturas no haya contaminación por fragmentos, con tela mosquitera.

e) Puertas

Que permitan un tránsito fácil de personal, construidas de materiales lisos, inoxidables e inalterables, con apertura al exterior y señalizadas las puertas de entrada de materia prima y salida de producto terminado, se debe establecer salidas de emergencia.

f) Baños

- Cada baño con su respectivo sesto para recolectar la basura.
- La unión pared- piso no debe ser perpendicular
- Los baños no pueden abrir directamente a producción ni laboratorios
- La ventilación no puede dar directamente a zonas en contacto con el alimento.
- Debe existir baños independientes para personal masculino y femenino

g) Vestuarios

- Con armarios o estantes para cada operario.
- Poseer bancos para cambio de ropa y calzado
- Independientes para personal masculino y femenino

h) Lavamanos

- Debe poseer dispensador de jabón líquido
- Cepillo de uñas de nylon, de cerdas blandas
- Toallas descartables
- Accionamiento de llaves de agua con pedal

i) Equipos

- Deben permanecer limpios
- No deben tener corrosión, los que tengan contacto con alimento deben ser de acero inoxidable.
- Espacio suficiente entre ellos para facilitar la limpieza y circulación

j) Servicios básicos

Agua

La empresa debe contar con un plan de control de agua que permita mantener la calidad del elemento vital.

Los elementos del plan son:

- Programa de control de calidad de agua
- Programa de tratamiento de agua
- Programa de limpieza e higiene del tanque cisterna
- Registro del control de agua

Electricidad

- Uso de cables con canaletas
- Conexión trifásica 220V y 110V
- Ausencia de cables colgados

- Tableros cubiertos y limpios

Iluminación

- Todos los sectores de la planta debe poseer iluminación natural o artificial
- Luminarias protegidas con protección de un material que no permita la salida de los vidrios en caso de ruptura y así evitar la contaminación al alimento y daño al personal que labora en la planta.
- Intensidad de iluminación: mayor en áreas de inspección y de trabajo minucioso, intermedias en áreas de trabajo general y estaciones de lavado de manos y menor en pasillos.

Eliminación de residuos

- Recipientes plásticos con tapa y accionados con pedal
- Señalizados para cada tipo de basura(orgánica, inorgánica)
- Frecuencia de retiro de residuos
- Área designada para almacenamiento de residuos hasta su retiro
- Programa de limpieza y desinfección

Control de plagas

Es de vital importancia que, si el control de plagas lo hace la propia empresa debe disponer de un área determinada para depósito y almacenamiento de veneno, pesticidas u otro, no se debe colocar cebos venenosos dentro de las áreas donde se procesa los alimentos. Se recomienda que el control de plagas lo realice una empresa contratada y con experiencia.

CONCLUSIONES

Se generó una alternativa de industrialización para la leche del cantón Quilanga, mediante la adaptación tecnológica para el procesamiento del queso mozzarella.

Se estableció el proceso para la elaboración del queso mozzarella, determinándose la eficacia de la utilización de vinagre para acelerar el tiempo en el proceso de acidificación de la cuajada, la adición de vinagre influye en el tiempo de elaboración y aumenta el rendimiento del queso mozzarella, obteniéndose diferencia significativa del tratamiento A (sin vinagre) con respecto a los tratamientos que se les aplicó vinagre (B, C, D).

En el análisis estadístico de rendimiento y tiempo de elaboración, se determinó que el tratamiento D obtiene el mayor rendimiento del 12.87 % y un tiempo de elaboración de 157.33 minutos.

La adición de vinagre no influye en el sabor y textura del queso mozzarella, puesto que no existen diferencias significativas con el que se elaboró sin vinagre, si influye en el color y aceptación general del queso mozzarella.

El tiempo en el cual se realiza la adición del vinagre, utilizado como acidificante de la cuajada durante el proceso de elaboración del queso mozzarella, influye en las características de rendimiento y tiempo adecuado para el hilado de la cuajada, en el presente estudio la combinación de tiempo de la acción del fermento y por ende el tiempo de adición del vinagre utilizado es de 60 minutos, luego del primer corte de la cuajada.

Mediante el análisis de rendimiento, tiempo y características organolépticas se escogió como mejor el tratamiento D, al cual se le determinó la ficha técnica, encontrándose dentro de los rangos establecidos en la norma NTE INEN 82: 2011 y catalogado como un queso de alto contenido de humedad.

Mediante el análisis de la ficha de estabilidad realizado al tratamiento D se estableció una vida útil de 28 días para este tipo de queso el cual se encuentra catalogado según la norma como un queso de nivel aceptable de calidad.

Se pudo establecer la línea de producción, infraestructura, maquinaria y su dimensionamiento para la elaboración de queso mozzarella para el cantón Quilanga en función de los requerimientos de diversificación de productos lácteos del sector, que exista garantía de la inocuidad, según la disponibilidad de materia prima que se produce en la actualidad, teniendo proyección de incrementar y diversificar los productos elaborados.

RECOMENDACIONES

Realizar un estudio del empleo de cantidades mayores a 30 ml de vinagre, tiempos de acidificación en la elaboración de queso mozzarella y su influencia en las propiedades físicas químicas del producto final.

Es necesario realizar diferentes tratamientos térmicos para evaluar su influencia en la calidad microbiológica y la influencia en el rendimiento del queso.

Las propiedades funcionales como son rallabilidad, extensibilidad, liberación de aceite, capacidad de fusión, pardeamiento entre otras, son un conjunto de indicadores que permite cuantificar sus requisitos de desempeño, es por esta razón que sería importante realizar un estudio acerca de estas propiedades para darle el uso adecuado en la manufactura de diferentes alimentos para el mercado.

Debido al elevado potencial contaminante que es el suero de leche, el cual es el subproducto más abundante de la industria láctea, se considera importante el realizar estudios sobre la utilización de este subproducto, no solo por la contaminación que este produce, sino también porque contiene componentes de alto valor nutritivo que se lo emplea en la alimentación animal, fabricación de yogur, bebidas fermentadas, entre otras.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguilar, UB; Montero, LM; De la Cruz, J; Solis, P; García, HS. 2006. Uso de suero fermentado para reducir el tiempo de acidificación del queso Oaxaca. Red de revista científica de América Latina, El Caribe, España y Portugal. 40(5): 569-574.
- Arciniega, AC; Nuñez, F; Álvarez, M. 2010. Evaluación de ácido cítrico y láctico en la elaboración de queso Zamorella. Tesis Ing. Agroin. Alim. Zamorano, Honduras. Escuela Agrícola Panamericana Zamorano. 35 p.
- Alais, A. 1985. Ciencia de la leche: Principios de técnica lechera. Reverté. 4 ed. Barcelona, España. 873 p.
- Anzaldúa, A. 1994. La evaluación sensorial de alimentos en la teoría y la práctica. Acribia. 2 ed. Zaragoza, España. Editorial, S. A. 220 p.
- AOAC (Official Methods of Analysis). 2006. Análisis de proteína: Método Kjeldahl.
- AOAC (Official Methods of Analysis 936.16). 2006. Standard Solution of Sodium Hydroxide.
- Bustamante, MT. 2012. Efecto de la utilización de culantro, orégano, aji en la elaboración de queso mozzarella. Tesis Ing. Ind. Pec. Riobamba-Ecuador. Escuela superior politécnica del Chimborazo. 54 p.
- Bhattarai, RR; Acharya, PP. 2010. Preparation and quality evaluation of mozzarella cheese from different milk sources. Journal of food Science Technol Nepal. 6: 94-101.
- BPM (Buenas Prácticas de Manufactura). 2002. Reglamento de buenas prácticas de manufactura.
- Brito, CC; Mendez, PM; Molina CH; Pinto CM. 2002. Desarrollo de queso chango de reducido tenor de grasa utilizando proceso de homogeneización en la leche. Agro sur 30(1): 68-79.
- Bríñez, WJ; Valbuena, E; Castro, G; Tobar, A; Ruiz, RJ. 2008. Some Composition Parameters and Quality on Raw Milk of Dual Purpose Cows in the Machiques County. Zulia State, Venezuela. Revista científica FCV- LUZ 18(5): 607-617.
- Calderón, RA; Rodríguez, RV; Velez, RS. 2007. Evaluation of milk quality in four processors of cheese in the municipality of montería Colombia. Revista de medicina veterinaria y zootecnia Córdoba, 12(1): 902-920.
- Carrillo, ML; Mondragón, FM. 2011. Estudio de vida útil del queso asadero. Revista Salud Pública y Nutrición, 12: 1-9.
- Crosa, MJ; Harispe, R; Mussio, R; Pelagio, R; Repiso, L; Silvera, C. 2009. Comparación de los cambios químicos y microbiológicos en la maduración del queso Colonia salado tradicionalmente y por impregnación en vacío. Revista del laboratorio tecnológico de Uruguay 4: 22-27.
- Castillo, J. 2001. Elaboración de queso mozzarella con diferentes porcentajes de grasa en la leche de vaca. Tesis Ing. Agron. Guácimo, Costa Rica. Universidad EARTH. 47 p.
- Castillo, H. 2013. Problemática del cantón Quilanga. (entrevista). Municipio del gobierno autónomo descentralizado del cantón Quilanga.
- Cervantes FE; Villegas de Gente, A; Cesín V.A; Espinoza O. A. 2006. Los quesos mexicanos genuinos: un saber hacer que se debe rescatar y preservar. III Congreso internacional de la red de alimentación y territorios.
- Chacón, VA; Pineda, CM. 2009. Características químicas, físicas y sensoriales de un queso de cabra adaptado del tipo "Crottin de chavignol". Agronomía Mesoamericana 20: (2) 297-309.
- Chamorro, MC; Losada, M. 2003. El análisis sensorial de los quesos. Ediciones Mundi- Prensa Madrid, España.
- Chávez, WH; Vioto, CR; Grosso, S. 1999. Proteolysis and functional properties mozzarella cheese as affected by refrigerated storage. Journal of food science, 64(2):202 - 205.

- Collomb, M; Butikofer, U; Sieber, R; Jeangros, B; Boseet JO. 2002. Composition of fatty acids in cow's milk fat produced in the lowlands, mountains and highlands of Switzerland using high-resolution gas chromatography. *International Dairy Journal*. 12(2):649-659.
- Contreras, PA. 2003. Estudio de Prefactibilidad para la Instalación de una Planta Mediana Elaboradora de quesos en la comuna de Río Bueno Décima Región. Tesis Ing, Adm. Emp. Valdivia, Chile. Universidad Austral de Chile. 256 p.
- Daviau, C; Pierre, A; Famelart, MH; Goudedran-Che, H; Jacod, D; Garnier, M; Maubois, JL. 2000. Characterisation of whey drainage kinetics during soft cheese manufacture in relation with the physicochemical and technological factors, pH and renneting, casein concentration and ionic strength of milk. *Lait*. 80: 417 - 432.
- DESCALZI . 2012. Proforma de insumos lácteos. Cultivo y cuajo para quesos.
- Early, R. 2000. Tecnología de los productos lácteos. Editorial Acribia. Zaragoza, España.
- Engelmann, B; Holler, P. 2008. Manual del gourmet de queso. Ediciones hfulmann. 439 p.
- FAO/ OMS (Food and Agriculture Organization of the United Nations/Organización Mundial de la Salud). 2011. Leche y productos lácteos 2 ed. Roma. 260 p.
- FEPALE (Federación Panamericana de Lechería). 2005, (en línea). Consultado el 22 de mayo del 2013. Disponible en <http://www.infoleche.com/fepale/fepale/foro/muza/documentos.htm>
- FDA (Food and Drug Administration). 2012. Los peligros de la leche cruda: La leche sin pasteurizar puede representar un riesgo grave para la salud.
- Figueroa, AH. 2014. Colombianos, a consumir mas leche. *El Universal*. Cartagena, Colombia, (en línea). Consultado el 26 de abril del 2013. Disponible en <http://www.eluniversal.com.co/colombianos-consumir-mas-leche-161269>.
- Fox, PF; Guinee; McSweeney, PLH. 1996. Proteolysis in Cheese During Ripening. *Food Reviews International*. 12:457- 509p.
- Fox, PF; Guinee, TP; Cogan, TM; McSweeney, H. 2000. Fundamentals of Cheese Science: Chemistry of milk constituents. Aspen Publishers. 2 ed. Gaithersburg. Editorial Services. 587p
- Fox, PF; Cogan, TM. 2004. Factors that affect the quality of cheese. En: Fox PF, McSweeney PLH; Cogan TM; Guinee TP. *Cheese: Chemistry, physics and microbiology*. 3ra Edición. Volumen 1. General aspects. Londres. Elsevier Applied Science.
- Galván, DM. 2005. Procesos básicos de la leche y el queso. *Revista UNAM*. 6 (9): 3-17.
- Galano, JA; Rojas, HA. 2007. Estandarización de titulantes para valoraciones ácido-base, (en línea). Consultado el 24 de mayo del 2013. Disponible en http://agalano.com/Cursos/QuimAnal1/Guia_PL5.pdf
- Ghemawat, P. 2008. Redefiniendo la globalización. España: Ediciones Deusto.
- Gosta, B. 2003. Manual de Industrias Lácteas. 3 ed. Zaragoza, España. MUNDI PRENSA 436 p.
- Giuseppe, R. 2000. Manuale Di Tecnologia Casearia 3 ed. Italia. Editorial edagricolel 436 p.
- Grandos, CC; Acevedo, CD; Torres, GR. 2012. Calidad de la leche y del suero costeño de los municipios Turbaco, Arjona y Carmen de Bolívar – Colombia. *Revista Lasallista de Investigación*. 9(2): 132-137 p.
- Greggio, JM. 2006. Qualidade nutricional dos queijos mussarela orgânico e convencional elaborados com leite de búfala e de vaca. Mestre em Alim. Nutri. Araraquara - SP. Universidad Estatal Paulinista "Julio de Mesquita Filho". 54 p.
- Guevara, TE; Gonzalez, PY. 2005. Determinación de la calidad físico química de la leche de ganaderías doble propósito mediante pruebas no convencionales en el municipio de Villavicencio. Tesis de Médico Veterinario y Zootecnista. Universidad de los Llanos. Bogotá. 80 p.

- Hernández, MR; Sastre, GA ; Centrich, SM. 1999. Tratado de nutrición. Ediciones Díaz de Santos S.A. Madrid. 1496 p.
- Hernández, PA; Díaz, E. 2002. Elaboración de queso mozzarella a partir de leche de *Bubalus bubalis* (Ganado bubalino). Revista Amazónica de Investigación Alimentaria, 2(2): 19-30.
- Hernández, MR; Sastre, GA ; Centrich, SM. 1999. Tratado de nutrición. Ediciones Díaz de Santos S.A. Madrid. 1496 p.
- INEN (Instituto ecuatoriano de normalización).1973. Leche.Determinación del contenido de grasa. Norma técnica 12. Quito,Ecuador.
- INEN (Instituto ecuatoriano de normalización).1973. Quesos. Determinación del contenido de grasa. Norma técnica 64. Quito, Ecuador.
- INEN (Instituto ecuatoriano de normalización).1973. Quesos. Determinación del contenido de humedad. Norma técnica 63. Quito, Ecuador.
- INEN (Instituto ecuatoriano de normalización).1973. Quesos Aditivos. Requisitos. Norma técnica 66. Quito, Ecuador.
- INEN (Instituto ecuatoriano de normalización). 1984. Leche. Determinación de la acidez titulable. Norma técnica 13. Quito, Ecuador.
- INEN (Instituto ecuatoriano de normalización).1984. Leche. Determinación de la densidad Norma técnica 11. Quito, Ecuador.
- INEN (Instituto ecuatoriano de normalización). 2011. Queso Mozzarella. Requisitos. Norma técnica 82. Quito,Ecuador.
- INEN (Instituto ecuatoriano de normalización). 2011. Leche. Métodos de ensayo cualitativos para la determinacion de la calidad. Norma técnica 1500. Quito,Ecuador.
- INEN (Instituto ecuatoriano de normalización). 2012. Leche cruda. Requisitos. Norma técnica 9. Quito,Ecuador.
- Jaramillo, F. 2012. Producción de leche. (entrevista). Municipio del gobierno autónomo descentralizado del cantón Quilanga.
- Keceli, T; Sahan, N; Yasar, K. 2006. The effect of pre-acidification with citric acid on reduced-fat kashar cheese. Australian journal of dairy technology 61 (1): 32-36
- Lavorda, MA; Rubiolo, A.C.1999. Información tecnológica: Análisis de la fracción nitrogenada soluble de quesos salados con cloruro de potasio.10 (3): 1-12.
- Lawrence, RC; Gilles, J. 1980. The assessment of the potential quality of young cheddar cheese. Journal Zealand of dairy science Technol. 15 (1): 89-92.
- Linden, G; Lorient, D.1996. Bioquímica industrial. Acribia S.A. Zaragoza, España 438 p.
- Lucey, JA. 2002. ASDA Foundation Scholar Award. Formation and physical properties of milk protein gels. Journal of dairy science. 85 (2): 281-294.
- McCarthy, OJ; Singh, H. 2009. Advanced Dairy Chemistry Volumen 3 :Shysico- chemical properties of milk. Edited by P. L. H. New Zealand. 691- 712
- McSweeney, PLH. 2007. What effect does pasteurization have on cheesemilk? En Cheese Problems Solved. 1ed. W oodhead Publishing Limited. 22 -23.
- Malacarne, F; Martuzzi, A; Marianni, P. 2002. Protein and fat composition of mare's milk: some nutritional remarks with reference to human and cow's milk. 12: 869-877.
- Malireddy, S; Mullen, J; Clinton, J; Gordon, B; Hunt, C. 1990. Cheese Manufacture. United States patent. 4959229. 1-24.
- Mahaut, M; Jeantet, R; Brulé, G; Schuck, P. 2004. Productos lácteos industriales. Acribia S.A. Zaragoza, España.
- McMahon, DJ; Paulson, B; Oberg, CJ. 2005. Influence of calcium, pH, and moisture on protein matrix structure and functionality in direct-acidified nonfat Mozzarella cheese. Journal of Dairy Science 88(11): 3754–3763.
- Mehment, A; Sudarm, G 1997. Anysotropy in tensile propieties of mozzarella cheese. Journal of food science 62: 1031-1033.

- Metzger, LE; Barbano, DM; Rudan, MA; Kindstedt, P.S. 2000. Effect of Milk Preacidification on Low Fat Mozzarella Cheese. I. Composition and Yield. *Journal of Dairy Science*, 83 (4): 648–658.
- Metzger, LE; Barbano, DM; Kindstedt, PS. 2001. Effect of milk preacidification on low fat Mozzarella cheese: III. Post-melt chewiness and whiteness. *Journal of Dairy Science* 84(6): 1357-1366.
- Meyer, M. 2006. *Elaboración de productos lácteos*. Trillas. México. 124 p.
- Mijan, MA; Haque M.A; Habib, MA, Wadud, M.A. 2010. Evaluation of quality of mozzarella cheese. 27(1): 36- 42.
- Munguía, JL. 2010. *Manual de Procedimientos para Análisis de Calidad de la leche: Análisis físico-químico de la leche*. Nicaragua. 42 p
- Negri, LM. 2005. *Manual de referencias técnicas para el logro de leche de calidad: El pH y la acidez de la leche*. INTA. 2 ed. 161 p.
- Oberg, CJ; Merrill, RK; Brown, RJ; Richardson, GH. 1992. Effects of milk-clotting enzymes on physical properties of Mozzarella cheese. *Journal of Dairy Science* 75(3): 669-675.
- Ordoñez, LC. 2008. *Evaluación del uso del ácido acético como agente coagulante de la caseína de la leche de ganado bovino*. Tesis Tec. Proc. Agroin. Escuintla. Universidad de San Carlos Guatemala. 58 p.
- Otaviano, AR; Tonhati, H; Sena, JA; Cerón, MF. 2005. Kappa-casein gene study with molecular markers in female buffaloes (*Bubalus bubalis*). *Genetics Molecular Biology*. 28(2): 237-241.
- Pagliarini, E; Monteleone, E; Wakeling, I. 1997. Sensory profile description of mozzarella cheese and its relationship with consumer preference. *Journal of Sensory Studies*. 12: 285-301.
- Panizzolo, L.A; Araujo, A.C; Taroco, L.V; Rodríguez, A; Schop, G. 2011. Evolución de la proteólisis durante la maduración de quesos Danbo elaborados con distintos cultivos iniciadores. *Revista del laboratorio tecnológico de Uruguay*. 6: 24- 26.
- Pearse, MJ; Mackinlay, AA. 1989. Biochemical aspects of syneresis: a review. *Journal dairy science*. 72: 1401- 1407.
- PROINGAL. 2013. *Proforma de Equipos. Equipos para elaboración de queso mozzarella y yogurt*.
- Quijano, VJ. 2010. *Ciencia de la leche: Principios de técnica lechera*. Reverté. 4 ed. Barcelona, España. 873 p.
- Ramírez, JS. 2009. Quimosinas. *Revista Reciteia*. Cali, Colombia. 10 (1): 1-53.
- Ramírez, JS; Osorio M. L; Rdriguez de Stuvemel 2010a. El queso: un queso colombiano de pasta hilada. *Tecnología Láctea Latinoamericana* 68: 63-67.
- Ramírez, JS. 2010b. Propiedades funcionales de los quesos. *Tecnología Láctea Latinoamericana*. 64: 40-46.
- Rashida, TA; Bushra, M. 2004. Comparative analysis of quality of milk collected from buffalo, cow, goat and sheep of Rawalpindi/Islamabad Región de Pakistan. *Asian Journal of Plant Sciences Information*. 3(3): 300-305.
- Resmini, P. 2005. *Industrie Agrarie*. CLESA. 234 p.
- Rodríguez, C. 2004. Proteína Total, Calcio, Fósforo y Estabilidad Térmica de la Leche y su Relación con las Variantes Genéticas de k-Caseína. Época de Invierno. *Revista Científica FCV/LUZ*, 10: 399-404.
- Romo, LS. 2011. Obtención de vinagre a partir de biofermentación de residuos de vaina y otras frutas para su industrialización. *Revista Científica FCV/LUZ*, 45: 545-552.
- Sánchez, S.A 2013. *Análisis químico I. Ingeniería Biotecnología*, (en línea). Consultado el 29 de septiembre del 2014. Disponible en <http://www.slideshare.net/kevinemmelarroyogarrafa/teora-de-analisis-quimico-i-2013?related=1>

- Santos, MA. 2007. Leche y sus derivados. 2ed. México. Trillas. 238 p.
- Saran, A; Chaffer, M. 2000. Mastitis y calidad de la leche. Buenos Aires. Intermédica. 438 p.
- Sameen, A; Anjum, FM; Huma, N; Nawaz, H. 2008. Quality evaluation of mozzarella cheese from different milk sources. Pakistan Journal of Nutrition. 7 (6): 99-110.
- Schobitz, R; Marín, M; Horzella, M; Carrasco, E. 2001. Presencia de *Listeria monocytogenes* en la leche cruda y quesos frescos artesanales. Agro sur. 29 (2) 114-119.
- SENA (Servicios nacionales de aprendizaje). 1987. Leche y derivados lácteos: Manejo de la leche. Bogotá, Colombia.
- Spreer, ER; 2001. Lactología industrial. 2 ed. Acribia. 119 p.
- Sulieman, AM.; Rasha, MA; Kamal, AR. 2013. Microbiological and sensory quality of mozzarella cheese as affected by type of milk and storage. Journal of food y Nutritional Disorders. 2(1): 1- 4.
- Spano, G; Goffredo, E; Beneduce, LD; Tarantino, A; Dupuy, MS. 2003. Fate of Escherichia coli O157:H7 during the manufacture of Mozzarella cheese first published online 36 (2): 73-76
- Tobar, MC. 2012. Uso de reguladores de acidez y su incidencia en el tiempo de acidificación de la cuajada para la elaboración de queso mozzarella. Tesis Ing. Alim. Ambato, Ecuador. Universidad Técnica de Ambato. 198 p.
- Torres, A. M; Gudiño, H. F. 2008. Evaluacion del tiempo de prensado y tiempo de maduración en queso semiduro tipo cheddar. Tesis Ing. Agroin. Ibarra-Ecuador. Universidad Técnica del Norte. 143 p.
- Tornadijo, ME; Marra, AI; García Fontán, MC; Prieto, B; Carballo, J. 2009. La calidad de la leche destinada a la elaboración de queso: Calidad química. Cienc. Tecnol. Aliment 2(2): 79-91.
- Tunick, MH; Mackey, KL; Philip, W; Smith, V; Holsinger, H. 1991. Effects of composition and the texture of mozzarella cheese. Agriculture Research Service. Eastern Regional Research Center. 600 E. Mermaid La. Philadelphia. PA. 19118.
- Tuinier, R; G de Kruif, C. 2002. Stability of casein micelles in milk. Journal o Chemical Physics. 117(3):1290- 1295.
- Valbuena, E; Castro, G; Lima, K; Acosta, W; Bríñez, W; Tobar, A. 2004. Calidad microbiológica de las principales marcas de leche pasteurizada distribuidas en la ciudad de maracaibo, venezuela. Revista Científica FCV-LUZ. 14(1): 59-67.
- Valencia, MO. 2001. Manual para elaboración de productos lácteos. 1 ed. México 78 p.
- Valles, MG 1983. Mastitis en Bovinos. Centro Agronómico tropical de investigaciones y enseñanzas. Departamento de producción animal. Tuirrialva, Costa Rica. 18 p.
- Villegas de Gante, A. 1993. Los quesos Mexicanos. CIESTAAM- UACH. 2 ed. Chapingo. 251 p.
- Villegas de Gante, A; Santos, MA. 2009. Manual básico para elaborar productos lácteos México. Trillas.
- Walstra, P; Jenness, R. 1987. Química y física lactológica. Ed. Acribia S. A. Zaragoza. España 423 p.
- Walstra, P; Dejmeck, P. 1987. The syneresis of rennet- coagulated curd. In Cheese: Chemis-try, Physics and Microbiology. 1. General Aspects. 2ed. Chapman & Hall. London 141-191 p.
- Walstra, P. 1990. Of stability of casein micelles. Journal of Dairy Science. 73(8): 1965-1979.
- Wattiaux, MA. 2000. Composicion de la leche y valor nutricional. Agriculture Hall. Universidad de Wisconsin, Madison. 19: 73-76.
- Yu, C; Gunasekaran, S. 2005. A systems analysis of pasta filata process during Mozzarella cheese making. Journal of Food Engineering 69: 399-408.
- Zavala, PM. 2005 Aspectos nutricionales y Tenológicas de la leche. Ministerio General de promoción Agraria (DGPA). Perú. 60 p.

Zoon, P; Van Vliet, T; Walstra, P. 1988. Rheological properties of rennet-induced skim milk gels.
4 The effects of Ph and NaCl. Neth Milk Dairy J. 43: 17-34.

ANEXOS

Anexo 1: Temas de capacitación en BPM (Buenas Prácticas de Manufactura) y prácticas de elaboración del producto

- 1.1 Capacitación en BPM a la asociación de ganaderos y asociación de mujeres emprendedoras del cantón Quilanga
 - 1.1.1 Componentes y orientación de las buenas prácticas de manufactura.
 - 1.1.1.1 Personal: del uso de ropa limpia y apropiada, lavado correcto de manos, del uso de los medios de seguridad (guante, cofia, mascarilla y botas).
 - 1.1.1.2 Higiene del personal
 - 1.1.2 Edificios e instalaciones: Vías de acceso, patios, superficies de la praedes, pisos, ventanas.
 - 1.1.3 Instalaciones sanitarias: Sanitarios, vestidores
 - 1.1.4 Servicios básicos de la planta: Abastecimiento de agua, iluminación, ventilación, recipientes para la basuras.
 - 1.1.5 Proceso: del manejo de materia prima y producto terminado, prevencion de la contaminación cruzada.
- 1.2 Análisis básicos a la leche que se va procesar: Acidez, densidad y pH e importancia de cada uno de ellos.
- 1.3 Proceso de elaboración del queso mozzarella.

Anexo 2: Fichas Técnicas

2.1 Cultivo mozzarella.



FD-DVS TCC-20

Información de Producto

Versión: 3 PI-EU-ES 23-11-2011

Descripción	Cultivo ácido láctico termófilo definido.		
Taxonomía	Lactobacillus helveticus Streptococcus thermophilus		
Envase	No Material: 100145	Tamaño 10X50 U	Tipo Sobre (s) en caja
Propiedades Físicas	Color:	Blanco a ligeramente rojizo o marrón	
	Aspecto Físico:	Granulado	
Aplicación	Uso El queso es fundamentalmente aplicado en la producción de quesos tipo Pasta Filata p.ej. Mozzarella y queso para Pizza. Dosis recomendada Como regla general, 1.000 U de cultivo DVS liofilizado corresponderá a 100 L de cultivo activo de lactofermentador. Sin embargo, las dosis específicas de uso deben ser determinadas experimentalmente antes de cada nueva aplicación.		

Dosis de inoculación recomendada

Cantidad de leche a inocular (en litros)	1,000 l	2,500 l	5,000 l	7,500 l	10,000 l
Cantidad de cultivo DVS	200 U	500 U	1,000 U	1,500 U	2,000 U
Cantidad de leche a inocular (en libras)	2,270 lbs	5,600 lbs	11,350 lbs	17,000 lbs	22,700 lbs
Cantidad de cultivo DVS	200 U	500 U	1,000 U	1,500 U	2,000 U

Directivas para su uso

Sacar el cultivo del congelador justo antes de su utilización. Limpiar la parte superior del sobre con cloro. Abrir el sobre y añadir los gránulos liofilizados directamente al producto pasteurizado mientras se agita suavemente. Agitar la mezcla durante 10-15 minutos para distribuir el cultivo homogéneamente. La temperatura recomendada de incubación es de 35-45°C (95-113°F). Para más información sobre aplicaciones específicas, por favor, consulte nuestros catálogos técnicos y recetas recomendadas.

www.chr-hansen.com

Página: 1 (4)

La información aquí contenida es según nuestro conocimiento verdadera y correcta, y presentada de buena fe. Puede sufrir modificaciones sin previo aviso. Ninguna garantía contra infringimiento a patentes está implícita o inferida. Esta información es ofrecida solamente para su consideración y verificación. Copyright© Chr. Hansen A/S. Todos los derechos reservados.

FD-DVS TCC-20

Información de Producto

Versión: 3 PI-EU-ES 23-11-2011

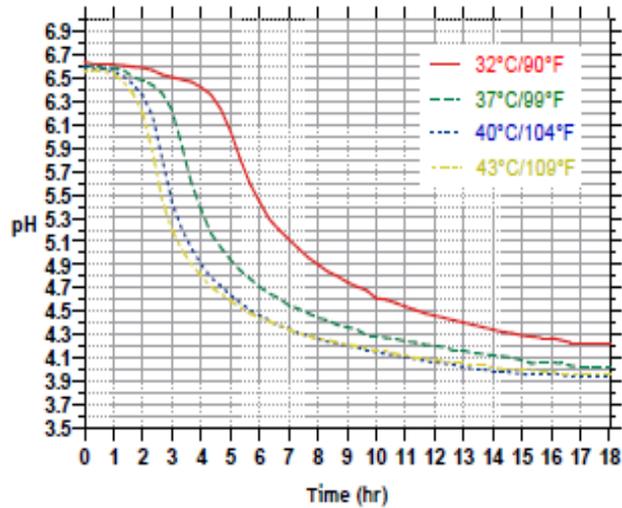
Gama Los cultivos incluidos en esta serie son TCC-3, TCC-4, TCC-5, TCC-6 (lío­filizados) y TCC-20 (congelado y liofilizado)

Almacenaje y manipulación < -18 °C / < 0 °F

Vida útil Como mínimo 24 meses desde la fecha de fabricación cuando se almacena siguiendo las recomendaciones.
A +5°C (0°F) la caducidad es de como mínimo 6 semanas.

Información técnica

Curva de acidificación



Condiciones de fermentación:

Leche de lab. 9.5 % S. T.: 140°C/8 seg. - 100°C/30 minutos

Inoculación: 500U/5000L

Métodos analíticos

Los métodos de referencia y analíticos están disponibles bajo petición.

FD-DVS TCC-20

Información de Producto

Versión: 3 FI-EU-ES 23-11-2011

Legislación	<p>Chr. Hansen cumple con los requerimientos generales de seguridad alimentaria establecidos por el Reglamento 178/2002/EC. Las bacterias ácido lácticas son reconocidas de forma general como seguras y pueden ser utilizadas en alimentos, sin embargo, para aplicaciones específicas recomendamos que consulte la legislación nacional.</p> <p>El producto está destinado a ser utilizado en alimentos.</p>				
Seguridad alimentaria	<p>No existe garantía de seguridad alimentaria implícita para aplicaciones de este producto distintas de las indicadas en la sección de utilización. Si desea utilizar este producto en otra aplicación por favor, contacte con su representante de Chr. Hansen para solicitar ayuda.</p>				
Etiquetado	<p>Etiquetado recomendado "cultivo ácido láctico" o "cultivo iniciador", sin embargo, la legislación puede variar. Por favor, consulte la legislación local.</p>				
Marcas comerciales	<p>Los nombres de productos, nombres de conceptos, logotipos, marcas y otras marcas comerciales mencionadas en este documento, figuren o no en mayúsculas, en negrita o con el símbolo ® o TM son propiedad de Chr. Hansen A/S o utilizados bajo licencia. Las marcas registradas que aparecen en este documento pueden no estar registradas en su país, aunque estén marcadas con un ®.</p>				
Certificados alimentarios	<table><tr><td>Kosher:</td><td>Kosher Lácteo exolu. Pasoua</td></tr><tr><td>Halal:</td><td>Certificado</td></tr></table>	Kosher:	Kosher Lácteo exolu. Pasoua	Halal:	Certificado
Kosher:	Kosher Lácteo exolu. Pasoua				
Halal:	Certificado				
Servicio técnico	<p>Personal de los Laboratorios de Aplicación y Desarrollo de Productos de Chr Hansen están a su disposición si necesita más información.</p>				

FD-DVS TCC-20

Información de Producto

Versión: 3 PI-EU-ES 23-11-2011

Información GMO

Con arreglo a la legislación de la Unión Europea*, podemos declarar que FD-DVS TCC-20 no contiene OMG ni materias primas con la etiqueta MG. Con arreglo a la legislación europea sobre etiquetaje en producto alimentario acabado**, podemos informar de que el uso de FD-DVS TCC-20 no requiere etiquetado MG del producto alimenticio final. La posición de Chr. Hansen sobre GMO puede encontrarse en:

www.chr-hansen.com/About-us/Polices-and-positions/Quality-and-product-safety.

* Directiva 2001/18/CE del Parlamento Europeo y del Consejo del 12 de marzo de 2001 sobre la liberación intencional en el medio de organismos modificados genéticamente y por la que se deroga la Directiva del Consejo 90/269/CEE.

** Reglamento (CE) 1829/2003 del Parlamento Europeo y del Consejo del 22 de septiembre de 2003 sobre alimentos y piensos modificados genéticamente. Reglamento (CE) 1831/2003 del Parlamento Europeo y del Consejo del 22 de septiembre de 2003 relativo a la trazabilidad y al etiquetado de organismos modificados genéticamente y a la trazabilidad de los alimentos y piensos producidos a partir de estos y por el que se modifica la Directiva 2001/18/CE.

Información sobre Alergenos

List of common allergens in accordance with the US Food Allergen Labeling and Consumer Protection Act of 2004 (FALCPA) and EU labeling Directive 2000/13/EC with later amendments	Presente como ingrediente en el producto
Cereales que contengan gluten ^a y productos derivados	No
Crustáceos y productos a base de crustáceos	No
Huevos y productos a base de huevo	No
Pescado y productos a base de pescado	No
Cacahuets y productos a base de cacahuets	No
Soja y productos a base de soja	No
Leche y sus derivados (incluida la lactosa)	Si
Frutos de cáscara ^a y productos derivados	No
Lista de alérgenos de acuerdo con la Directiva sobre etiquetado 2000/13/EC de la UE, exclusivamente	
Apto y productos derivados	No
Mostaza y productos derivados	No
Granos de sésamo y productos a base de granos de sésamo	No
Altramucos y productos a base de altramucos	No
Moluscos y productos a base de moluscos	No
Anhidrido sulfuroso y sulfitos en concentraciones superiores a 10 mg/kg o 10 mg/litro expresado como SO ₂	No

^a Please consult the EU Labeling Directive 2000/13 Annex IIIa for a legal definition of common allergens, see European Union law at: www.eur-lex.europa.eu

2.2 Cuajo



CHY-MAX® Quimosina Producida por Fermentación

Descripción:	CHY-MAX, es el cuajo de alta calidad de Chr. Hansen, producido vía fermentación, contiene 100% de quimosina, la misma presente en la enzima de la renina. Este coagulante ofrece un rendimiento y calidad óptimos en quesos de todas las variedades.		
Aplicaciones:	CHY-MAX puede ser utilizado como coagulante en la producción de toda variedad de quesos.		
Ingredientes:	CHY-MAX contiene quimosina en una solución de cloruro de sodio con propilenglicol adicionado como estabilizante. (CHY-MAX EXTRA contiene además color caramelo).		
Propiedades:	Apariencia:	Líquido claro Líquido Ambar	CHY-MAX 500 CHY-MAX EXTRA
	Olor:	Libre de olores dañinos.	
	Composición:	100% Quimosina	
	Actividad:	50,000 M.C.U. / mL	
	pH (Producto)	5.6 a 6.0	
	Gravedad específica:	1.05 a 1.08	

Empaque y Disponibilidad:

CHY-MAX 500 y CHY-MAX EXTRA están disponibles en empaques:

Tamaño del empaque y tipo	CHY-MAX 500	CHY-MAX EXTRA
	5 Galón 55 Galones (estañón) 265 Galones (especial)	5 Galón 55 Galones (estañón) 265 Galones (especial)

Nivel de Uso:	CHY-MAX es utilizado de la misma manera que la renina. El nivel de uso dependerá de la variedad de queso y el proceso de elaboración que se siga. La cantidad típica es de 5 a 7 mL por cada 100 kg. De leche.
Instrucciones De uso	Determine la cantidad de cuajo por tanda. Diluya (antes de usar) el cuajo medido en 15-20 veces su volumen con agua destilada o desmineralizada (no dura) fría o templada en un recipiente limpio e inmediatamente antes de adicionar. Agite la tina por un periodo de 2-5 minutos (entre más grande la tina más agitación) para asegurar una adecuada dispersión del cuajo en la leche. Luego la leche deberá reposar mientras el proceso de coagulación se lleva a cabo.
Estatus Kosher	CHY-MAX EXTRA es aprobado U Kosher y es aceptable para la producción de quesos vegetarianos.
Almacenaje:	CHY-MAX deberá se almacenado bajo refrigeración (4 a 7 °C), se debe evitar la congelación del producto para evitar la pérdida de la actividad máxima.

Fuente: DESCALZI (2012).

Anexo 2: Ficha de la evaluación sensorial

Formato de hoja de respuesta para la evaluación sensorial

PRUEBAS DE ACEPTACIÓN

Introducción: El objetivo de este análisis es determinar la influencia de un agente regulador de la acidez en el proceso de elaboración de queso.

A continuación pongo a disposición cuatro muestras de queso mozzarella codificadas; por favor marque el nivel de aceptación que usted considere más conveniente para cada muestra.

Usted puede probar las muestras en el orden que prefiera y tantas veces como quiera.

Fecha:

Nombre:

Edad:

¿Es intolerante a la lactosa?

Sí _____ No _____

¿Consumo queso mozzarella?

Sí _____ No _____

Frecuencia de consumo:

Semanal _____ Quincenal _____ Mensualmente _____

(Continuación anexo 3)

FICHA DE EVALUACIÓN SENSORIAL

	646			781			894			974			ACEPTACIÓN GENERAL			
ATRIBUTO	C O L O R	T E X T U R A	S A B O R	TA	TB	TC	TD									
Me gusta muchísimo																
Me gusta mucho																
Me gusta moderadamente																
Me gusta poco																
No me gusta ni me disgusta																
Me disgusta poco																
Me disgusta moderadamente																
Me disgusta mucho																
Me disgusta muchísimo																
OBSERVACIONES:																

GRACIAS POR SU COLABORACIÓN

Fuente: Anzaldúa, 1994 e Investigación experimental.

Anexo 3: Cotización de equipo para el diseño de la línea de producción de queso mozzarella

4.1 Cotización del equipo y la maquinaria.

COTIZACIÓN No. 13-1433

Quito, Abril 02 del 2013

Señorita:
Susana Patiño
Presente

Me es grato presentar a usted la siguiente cotización de equipos artesanales, los mismos que cumplen con las normas establecidas para este efecto:

CANT	DESCRIPCIÓN	V. UNIDAD	V. TOTAL
1	<p>TANQUE DE ENFRIAMIENTO DE 1000 LITROS</p> <p><u>CARACTERISTICAS:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Construida en acero inox AISI 304-430 • De doble fondo, redonda • Regulador de temperatura • Apagado automático 	3000.00	3000.00
1	<p>TINA DE 500 LITROS PARA PROCESAMIENTO DE QUESOS</p> <p><u>CARACTERISTICAS:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Construido en acero inox AISI 304-430 • De doble fondo • Fondo inclinado del 3% • Válvula esférica inox de 1½ (sanitaria, con ferrules). • Neoplos para ingreso de agua o vapor, y drenaje. • Fondo exterior y refuerzos en acero negro. • Este equipo puede trabajar con quemador o caldero 	1,850.00	1,850.00
1	<ul style="list-style-type: none"> • AGITADOR RAPIDO <p><u>CARACTERISTICAS:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Eléctrico • Con motor de ¾ 	500.00	500.00
1	<p>MESAS DE MOLDEO PARA 100 QUESOS</p> <p><u>CARACTERISTICAS:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Bandeja construida en acero inox AISI 304 • Estructura y patas en perfiles de acero inoxidable AISI 201 	950.00	950.00
100	<ul style="list-style-type: none"> • MOLDES DE 500 GRAMOS. <p><u>CARACTERISTICAS:</u></p> <p>Construidos en acero inox AISI 304.</p>	6.50	650.00
1	<ul style="list-style-type: none"> • PRENSA INOX PARA 200 QUESOS 	1,350.00	1,350.00

	<p><u>CARACTERÍSTICAS:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Construida el 100% en acero inox AISI 304-430 • Accionada por tornillo y volante. • Estructura y patas en acero inox AISI 430. • Bandeja inferior para recolectar suero en acero inox AISI 304. • 		
1	<ul style="list-style-type: none"> • SALMUERA DE DOS PISOS <p><u>CARACTERÍSTICAS:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Bandejas construidas en acero inox AISI 304. • Neplo inferior de 3/4 con rosca NPT, con válvulas esféricas inox. • Cuatro patas con tubo inox. 	990.00	990.00
1	<ul style="list-style-type: none"> • LIRA <p><u>CARACTERÍSTICAS:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Construido en acero inox, incluido el mango. • Tornillos en los extremos para regular. • Tejida con nylon 	80.00	80.00
1	<ul style="list-style-type: none"> • AGITADOR TIPO DISCO <p><u>CARACTERÍSTICAS:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Construido en acero inox, incluido el mango. • Disco con orificios 	60.00	60.00
1	<ul style="list-style-type: none"> • HILADORA CON CAPACIDAD DE 30 KILOS/HORA <p><u>CARACTERÍSTICAS:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Construida en acero inoxidable AISI 304 de 2 mm de espesor. • Tina de pared simple para colocar cuajada de 25 a 30 kilos. • Tanque inox para calentador de agua. • Bomba inox. para recirculación de agua caliente. • Moto reductor trifásico de 2.5 HP para mover brazos. • Tablero de control eléctrico • Control de temperatura • Válvula solenoide para paso de vapor. 	5,950.00	5,950.00
1	<ul style="list-style-type: none"> • EMPACADORA A VACÍO <p><u>CARACTERÍSTICAS:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Potencia del motor (W) 1500 • Potencia de sellado (W) 750 • Presión de vacío máxima (Kpa) 1 • N° de barras de sellado para cada cámara 2 • Longitud de sellado (mm) 500 • Ancho de sellado (mm) 10 • Dimensiones de la cámara (LWH)(mm) 580x550x110 • Índice de la bomba de vacío (m3/h) 40 • Material de la cámara de vacío Acero inoxidable 	8,500.8	8,500.8

	<ul style="list-style-type: none"> • Dimensiones externas (LWH)(mm) 1260x780x960 • Peso neto (kg) 220 		
1	<ul style="list-style-type: none"> • CALDERO AUTOMATICO VERTICAL DE 10 BHP <u>CARACTERISTICAS:</u> <ul style="list-style-type: none"> • Para generar vapor • Quemador a diesel. • Mc Donald. • Presuretrol. • Manómetro • Válvula de seguridad • Tanque de condensado • Bomba de agua • Chimenea • Tanque para diesel. • Gabinete eléctrico • Recubrimiento exterior en acero inox. 	6,500.00	6,500.00
1	CUARTO FRIO DE 12 M3 <u>CARACTERÍSTICAS:</u> <ul style="list-style-type: none"> • Temperatura de trabajo 4º • Aislamiento con paneles, con inyección de poliuretano, y plancha prepintada. • Unidad condensadora. • Evaporador 220 Voltios. • Accesorios para automatización: <ul style="list-style-type: none"> ○ Válvula solenoide con bobina ○ Válvula de expansión ○ Filtro secador ○ Indicador de liquido ○ Termostato digital electrónico • Caja eléctrica de mando y accesorios de montaje • Cortina para puerta • Puerta aislada con bisagras. 	5,900.00	5,900.00
NOTA: Todos los equipos cuentan con garantía de un año, siempre y cuando se establezcan defectos en la fabricación. Se excluyen fallas eléctricas y las producidas por mal manejo de los equipos, que se determinarán previa inspección técnica.		SUBTOTAL	36,280.80
		12% IVA	4,353.70
		TOTAL	40,634.50

Favor contactarse en caso de precisar información adicional de los equipos descritos.

FORMA DE PAGO: 60% a la firma del contrato.
40% contra entrega de los equipos en el sector de La Magdalena- Quito.

PLAZO DE ENTREGA: 30 días hábiles.

VALIDEZ DE LA COTIZACIÓN: 15 días calendario.

Esperando que esta oferta sea de su interés y satisfaga sus expectativas, reciba un saludo muy cordial.

Fuente: Peña (2013).

4.2 Cotización del equipo y la maquinaria.

COTIZACIÓN EMPRESA PROINGAL

Quito, 06 de Agosto del 2013

SEÑORES

PROYECTO GAD QUILANGA

TELÉFONO: 0999 079-559 / 0984 371-741

E-MAIL: jmfernandez@utpl.edu.ec

CIUDAD: LOJA

ATENCIÓN: ING. JOSÉ MIGUEL FERNANDEZ

De acuerdo a su requerimiento, tenemos el agrado de presentar a su consideración nuestra alternativa de cotización:

CANT.

DETALLE DE LOS EQUIPOS

ÁREA DE QUESOS

- 1 **Tina de recepción y filtrado de leche**, para un volumen de **100 litros**, elaborada en acero inoxidable AISI-304, de sección rectangular, válvula salida producto en 1.5 pulg. Sanitaria, incluye una tapa abatible, malla para pre-filtrar leche, patas de soporte con niveladores.

PRECIO USD \$ 480



Bomba sanitaria, para transportar leche, carcasa en acero inoxidable, aspa impulsadora en acero inox AISI 304, entrada y salida de 1 ½" con acople tipo CLAMP, motor de 1 HP monofásico 110-220 volt.

PRECIO USD \$ 990



Tanque de enfriamiento, para **1.000 litros**, con las siguientes características: **(IMPORTADO)**.

- Volumen total 1.000 litros.
- Compresor Monofásico de 220 Volt.
- Forma Cilindro vertical.
- Altura con la tapa abierta 1770mm.
- Altura con la tapa cerrada 1300mm.
- Ancho 1510mm.Largo incluido en compresor 2100mm.

PRECIO USD \$ 12.500



Tina de pasteurización y cuajado, para un volumen de **1.000 lts**, **doble pared, de sección circular**, elaborada íntegramente en acero inox. AISI 304-430, alimenticio, fondo inclinado 3% hacia la llave de salida, fondo exterior en acero negro para llama directa (emergente quemador), todas las sueldas son en tig y los acabados son totalmente sanitarios, contiene: Válvula salida de producto inoxidable de media vuelta con bola inox, de 1.5 pulg., termómetro, válvula de seguridad calibrada a 15 Psi, llave de drenaje cromada de media vuelta con bola inox, de 1 pulg. Se incluyen neopresos de conexión y patas. Equipo construido para funcionar a caldero o quemador.

PRECIO USD \$ 2.950

Tina de pasteurización y cuajado, para un volumen de **500 lts**, **doble pared, de sección circular**, elaborada íntegramente en acero inox. AISI 304-430, alimenticio, fondo inclinado 3% hacia la llave de salida, fondo exterior en acero negro para llama directa (emergente quemador), todas las sueldas son en tig y los acabados son totalmente sanitarios, contiene: Válvula salida de producto inoxidable de media vuelta con bola inox, de 1.5 pulg., termómetro, válvula de seguridad calibrada a 15 Psi, llave de drenaje cromada de media vuelta con bola inox, de 1 pulg. Se incluyen neopresos de conexión y patas. Equipo construido para funcionar a caldero o quemador.

PRECIO USD \$ 2.100



ADICIONAL PARA CUALQUIERA DE LAS DOS TINAS: Tapa central con su respectivo agitador, motorreductor de ¼ hp 110-220 V. para agitado de leche.

PRECIO USD \$ 800

Tina salmuera, para un volumen de **1.500 litros**, elaborada en acero inoxidable AISI 304-430, de sección rectangular, válvula salida producto en 1.5 pulg., cromada de media vuelta con bola inoxidable, incluye tapa abatible, patas de soporte. Dimensiones Aproximadas: (1.50 * 1.00 * h 1.00).

PRECIO USD \$ 2.300



Prensa neumática de doble pistón, para prensado vertical, capacidad de **400 quesos** de 500 grs. Construida **totalmente en acero inoxidable AISI-304-430** totalmente reforzada, las partes en contacto con el producto están forradas en acero inox AISI 304, contiene una bandeja recolectora de suero construida en el mismo material, incluye pico para desalojo de suero, puente regulable en altura, regatones de teflón y acero inoxidable para nivelar al piso, panel de control con sus respectivos automatismos, posee filtro-regulador-lubricador de aire, cilindro neumático bajo norma ISO y válvula respectiva para control.

PRECIO USD \$ 3.500



Mesa de moldeo y desuerado, para una capacidad de **170 quesos** de 500 gr. cada uno, elaborada en acero inox. AISI-304, montada en una estructura de acero inoxidable AISI 430, la mesa incluye pico para desalojo del suero, regatones de teflón para nivelar al piso, todas las sueldas son en tig y los acabados son totalmente sanitarios.

PRECIO USD \$ 750 C/U

PRECIO TOTAL \$ 1.500



Mesa de Trabajo Plana, elaborada en acero inoxidable, AISI-304, montada en una estructura de acero inoxidable AISI-430, y regatones de teflón para nivelar al piso, soldadas en tig y acabados totalmente sanitarios. Dimensiones (2.31*1.09*0.85h).

PRECIO USD \$ 665



Lira vertical para corte de cuajada (queso fresco y queso maduro), elaborada en acero inoxidable AISI-304 y nylon.

PRECIO USD \$ 125



Agitador, construido en acero inoxidable AISI 304

PRECIO USD \$ 80



220 Moldes circulares y/o rectangulares para 500 grs., elaborado en acero inox. AISI-304 incluye agujeros de desuerado.

PRECIO USD \$ 8.50 C/U

PRECIO TOTAL USD \$ 1.430

SEGUNDA OPCIÓN: Incluye tapa y taco en acero inox.

PRECIO USD \$ 11 C/U
PRECIO TOTAL USD \$ 2.420



ÁREA DE YOGURT

Pasteurizador de leche e incubador de yogurt, para **300 litros**, elaborado en acero inox. AISI 304-430, triple pared, fondo exterior en acero negro para llama directa (emergente quemador), todas las sueldas son en tig y los acabados son totalmente sanitarios, incluye motorreductor de 1/4 HP de baja revolución, monofásico 220 volt, aislamiento térmico en lana de vidrio, una tapa fija y dos abatibles (desmontables), aspa agitadora / batidora de cuajada desmontable con acople rápido para fácil limpieza, Válvula salida de producto de media vuelta con bola inox, de 1.5 pulg., válvula de seguridad calibrada a 15 Psi, llave de drenaje de media vuelta con bola inox, de 1 pulg. Se incluyen neplós de conexión y patas. Equipo construido para funcionar con caldero a vapor.

PRECIO USD \$ 3.150



Envasador manual por gravedad para **35 lts**, de sección tronco cónica elaborado en acero inox. AISI-304-430, válvula dosificadora con llave de media vuelta con bola inox, en 3/4 pulg. Con su respectivo acople.

PRECIO USD \$ 450



ÁREA DE MÁQUINAS

Máquina empacadora al vacío una cámara, tiene las siguientes características:

IMPORTADA

- Una cámara de sellado (4 unidades)
- Bomba de vacío 21 CFM
- Energía: 220 Monofásicas
- Mueble protector de automatismos
- Regulador de vacío
- Regulador de temperatura

PRECIO USD \$ 4.965



Caldero automático Acuotubular; doble paso de **10 BHP**, funcionamiento a 220 -110 Volt, monofásico, del tipo vertical, incluye:

- Quemador a diesel de 2.5 - 3 Gal/h.
- Presuretrol, controlador de presión.
- Mc. Donald, controlador de nivel de agua.
- Bomba de agua de alta presión 1 HP.
- Válvula de seguridad calibrada a 80 Psi.
- Manómetro de alta presión.
- Tanque de Balance y Tratamiento de agua.
- Tablero eléctrico de mando automático.

NOTA: El cliente debe disponer de acometidas de energía eléctrica a 110-220 Volt., y acometidas de agua así como también del cuarto preexistente para alojamiento del caldero, según indicaciones constructivas de Proingal.

PRECIO USD \$ 7.200



Cámara Fría Modular de 18 mts³ (3.00*2.50*2.40h) para temperaturas de **conservación** de + 4 °C, unidad Condensadora de 2 HP hermética a Freón R 404, monofásica 220 volt. (THECUMSEH FRANCESA), evaporador de 16.000 BTU con descongelamiento por aire, con sus accesorios de funcionamiento automático: Caja de Control, filtro secador, visor de líquidos, Válvula de expansión, termostato, cortina eliminadora de fugas, pirómetro y termocupla, taimer, foco de cámara fría con protección, cuarto forrado en panelería de tool pre-pintado con poliuretano inyectado espesor 7.5cm, densidad 38kg, puerta en el mismo material con herrajes cromados.

NOTA: El cliente debe disponer de acometidas de energía eléctrica a 220 Volt. y base de cemento , según indicaciones constructivas del fabricante.

PRECIO USD \$ 8.500



Gastos de instalación y puesta en marcha, excluye materiales, **INCLUYE** únicamente mano de obra calificada.

PRECIO USD \$ A CONVENIR

NOTA: ESTOS PRECIOS INCLUYEN EL 12% IVA

Proingal **no se responsabiliza** por las acometidas eléctricas, tableros de distribución eléctricos, sanitarias, de agua potable y trabajos de albañilería concernientes a la obra civil.

FLETE: Es responsabilidad de cliente, así como la carga y descarga de nuestras oficinas en Quito.

GARANTÍA: Los equipos quedan garantizados por un año, desde la entrega de los mismos, ante cualquier defecto de fabricación, excepto daño eléctrico provocado por variación de voltaje o mal uso de los equipos, previa inspección de nuestro personal técnico.

FORMA DE PAGO: 70% A LA FIRMA DEL CONTRATO
30% CONTRA-ENTREGA

PLAZO DE ENTREGA: 60 DÍAS HÁBILES

VALIDEZ DE LA PROFORMA: 15 días calendario, luego variación de precios sin previo aviso.

Si esta proforma es favorable a sus intereses agradeceremos informarnos oportunamente.

**ATENTAMENTE
ING. LUIS GUZMÁN M.
GERENTE PROINGAL**

4.3 Cotización empacadora al vacío y fundas de polietileno



ECUAPACK

ECUAPACK es una empresa Ecuatoriana dedicada a la importación y comercialización de maquinaria industrial para empacado, envasado, sellado y codificación de productos.

Ubicación: ECUADOR, Quito

Ver
Impresión
Contáctenos

EMPACADORA AL VACÍO DZQ510/2SB DOBLE CAMARA



Las empacadoras al vacío se caracteriza por su compactación, bajo consumo de potencia y tiempo de extracción corto, lo que es conveniente para el empaquetado de objetos pequeños o variados en tamaños también así como también materiales como dinero, documentos financieros, cupones, etc.

El proceso es fácil y se da una vez que la cubierta de vacío sea presionada, la máquina completará los programas determinados de extracción de vacío, drenaje de gas (opcional), sellado, impresión, enfriado y agotamiento automáticamente. Los productos después de ser empaquetados al vacío pueden ser prevenidos de la oxidación, de insectos o de volverse húmedos, así se pueden mantener frescos por más tiempo.

Voltaje [V/Hz] AC 220/60
Potencia del motor (W) 1500

Potencia de sellado (W) 750
Presión de vacío máxima (Kpa) 1
Nº de barras de sellado para cada cámara 2
Longitud de sellado (mm) 500
Ancho de sellado (mm) 10
Dimensiones de la cámara (LWH)(mm) 580*550*110
Índice de la bomba de vacío (m³/h) 40
Material de la cámara de vacío Acero inoxidable
Dimensiones externas (LWH)(mm) 1250*780*980
Peso neto (kg) 220

Precio : \$8500.8 USD

Cantidad :

Comprar Ahora



VALIDEZ DE LA OFERTA: 8 DÍAS
TIEMPO DE ENTREGA: INMEDIATA
GARANTIA: 1 AÑO CONTRA DEFECTOS DE FABRICACION Y/O PARTES DEFECTUOSAS
 2 VISITAS DE MANTENIMIENTO TECNICO PREVENTIVO

FORMA DE PAGO:
 100% CONTADO — CONTRAENTREGA
 TARJETA DE CREDITO DIFERIDO 12 MESES CON INTERESES

**** TENEMOS EN VENTA DE LAS FUNDAS DE EMPAQUE AL VACIO EN VARIAS MEDIDAS Y MICRAJE...
 CONSULETENOS!!!**

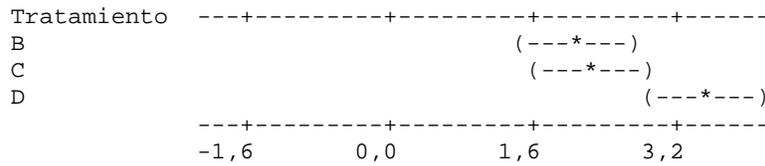
MUESTRAS DE EMPAQUE AL VACIO:



Especificaciones: 18x30 centímetros en 72 micra. **Precio:** 1000 fundas por 60 dólares.

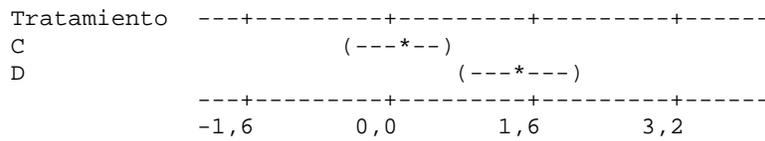
Fuente: Ecuapack (2012).

C	1,5972	2,2167	2,8361
D	2,9472	3,5667	4,1861



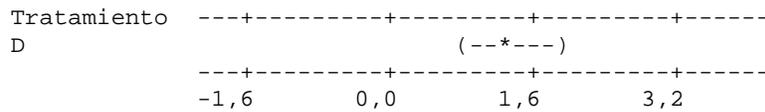
Tratamiento = 2 restado de:

Tratamiento	Inferior	Centro	Superior
C	-0,5228	0,0967	0,7161
D	0,8272	1,4467	2,0661



Tratamiento = 3 restado de:

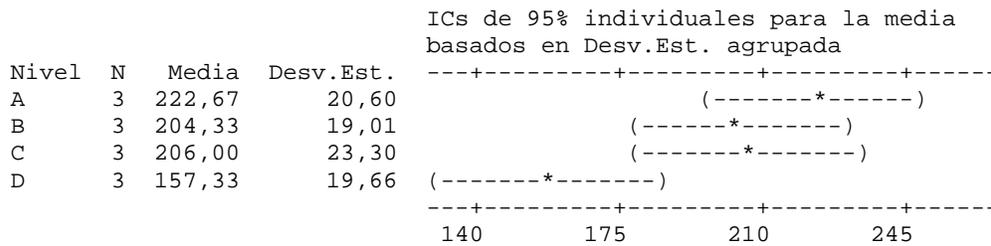
Tratamiento	Inferior	Centro	Superior
D	0,7306	1,3500	1,9694



5.2 Análisis de varianza: Tiempo

Fuente	GL	SC	MC	F	P
Tratamiento	3	7097	2366	5,52	0,024
Error	8	3430	429		
Total	11	10527			

S = 20,71 R-cuad. = 67,42% R-cuad.(ajustado) = 55,20%



Desv.Est. agrupada = 20,71

Agrupar información utilizando el método de Tukey

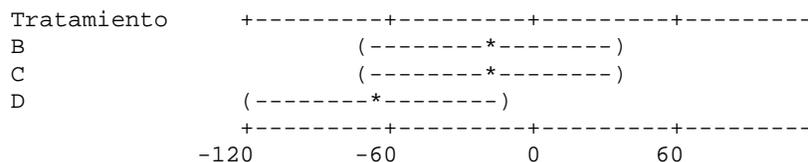
Tratamiento	N	Media	Agrupación
A	3	222,67	A
C	3	206,00	A B
B	3	204,33	A B
D	3	157,33	B

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Intervalos de confianza simultáneos de Tukey del 95%
 Todas las comparaciones de dos a dos entre los niveles de Tratamiento
 Nivel de confianza individual = 98,74%

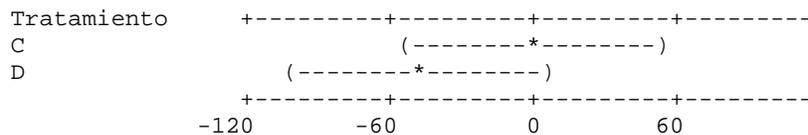
Tratamiento = 1 restado de:

Tratamiento	Inferior	Centro	Superior
B	-72,49	-18,33	35,82
C	-70,82	-16,67	37,49
D	-119,49	-65,33	-11,18



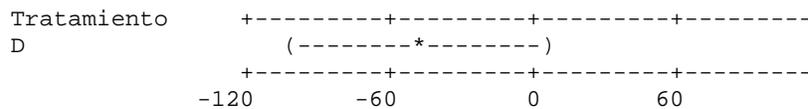
Tratamiento = 2 restado de:

Tratamiento	Inferior	Centro	Superior
C	-52,49	1,67	55,82
D	-101,16	-47,00	7,16



Tratamiento = 3 restado de:

Tratamiento	Inferior	Centro	Superior
D	-102,82	-48,67	5,49



5. 3 Análisis de varianza: Color

Fuente	GL	SC	MC	F	P
TRATAMIENTOS	3	12,99	4,33	3,89	0,010
Error	282	314,26	1,11		
Total	285	327,26			

TRATAMIETOS = 894 restado de:

TRATAMIETOS	Inferior	Centro	Superior
D	-0,137	0,313	0,763

TRATAMIETOS	-----+-----+-----+-----+--			
D		(-----*-----)		
	-----+-----+-----+-----+--			
	-0,60	0,00	0,60	1,20

5.4 Análisis de varianza: Textura

Fuente	GL	SC	MC	F	P
TRATAMIETOS	3	3,09	1,03	0,95	0,417
Error	282	305,36	1,08		
Total	285	308,45			

S = 1,041 R-cuad. = 1,00% R-cuad.(ajustado) = 0,00%

Nivel	N	Media	Desv.Est.	ICs de 95% individuales para la media basados en Desv.Est. agrupada
A	73	7,534	0,899	(-----*-----)
B	68	7,794	0,955	(-----*-----)
C	73	7,548	1,281	(-----*-----)
D	72	7,667	0,979	(-----*-----)
				-----+-----+-----+-----+-----
				7,40 7,60 7,80 8,00

Desv.Est. agrupada = 1,041

Agrupar información utilizando el método de Tukey

TRATAMIETOS	N	Media	Agrupación
B	68	7,794	A
D	72	7,667	A
C	73	7,548	A
A	73	7,534	A

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Intervalos de confianza simultáneos de Tukey del 95%
 Todas las comparaciones de dos a dos entre los niveles de TRATAMIETOS

Nivel de confianza individual = 98,92%

TRATAMIETOS = 646 restado de:

TRATAMIETOS	Inferior	Centro	Superior
B	-0,190	0,260	0,710
C	-0,428	0,014	0,456
D	-0,311	0,132	0,576

TRATAMIETOS	-----+-----+-----+-----+--			
B		(-----*-----)		
C		(-----*-----)		

C	73	7,425	1,201	(-----*-----)
D	72	7,611	1,469	(-----*-----)
				-----+-----+-----+-----+-----
				7,00 7,35 7,70 8,05

Desv.Est. agrupada = 1,243

Agrupar información utilizando el método de Tukey

TRATAMIETOS	N	Media	Agrupación
B	68	7,706	A
D	72	7,611	A
C	73	7,425	A B
A	73	7,014	B

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Intervalos de confianza simultáneos de Tukey del 95%

Todas las comparaciones de dos a dos entre los niveles de TRATAMIETOS

Nivel de confianza individual = 98,92%

TRATAMIETOS = 646 restado de:

TRATAMIETOS	Inferior	Centro	Superior
B	0,154	0,692	1,230
C	-0,117	0,411	0,939
D	0,067	0,597	1,128

TRATAMIETOS	-----+-----+-----+-----+-----
B	(-----*-----)
C	(-----*-----)
D	(-----*-----)
-----+-----+-----+-----+-----	
	-0,60 0,00 0,60 1,20

TRATAMIETOS = 781 restado de:

TRATAMIETOS	Inferior	Centro	Superior
C	-0,819	-0,281	0,257
D	-0,635	-0,095	0,445

TRATAMIETOS	-----+-----+-----+-----+-----
C	(-----*-----)
D	(-----*-----)
-----+-----+-----+-----+-----	
	-0,60 0,00 0,60 1,20

TRATAMIETOS = 894 restado de:

TRATAMIETOS	Inferior	Centro	Superior
D	-0,344	0,186	0,717

TRATAMIETOS	-----+-----+-----+-----+-----
D	(-----*-----)
-----+-----+-----+-----+-----	
	-0,60 0,00 0,60 1,20

Anexo 5: Datos obtenidos durante el proceso de análisis

6.1 Datos del análisis físico químico de la materia prima.

Grasa %	Acidez °D	Densidad	pH
3,82	15	1,029	6,63
3,6	15	1,029	6,59
3,76	15	1,029	6,56
3,8	15	1,030	6,71
3,76	15	1,030	6,61
3,8	15	1,030	6,71
3,78	15	1,031	6,56
3,78	15	1,031	6,56
3,63	15	1,029	6,62
3,68	15	1,029	6,65
3,76	15	1,029	6,56
3,6	14	1,031	6,57
3,71±0,32	14,89±0,11	1,0296 ±0,034	6,61 ±0,05

6.2 Análisis físico químico del mejor tratamiento.

Características	Repetición 1	Repetición 2	Media
Grasa %	18	18,2	18,1± 0,10
Prueba de fosfatasa	Negativa	Negativa	Negativo
Extracto seco lácteo % (m/m)	41,09	41,09	41,09± 00
Grasa en extracto seco % (m/m)	43,81	44,29	44,05± 0,25
Humedad %	58,91	58,91	58,91± 00
Proteína %	21,44	20,47	20,96± 0,45

Cálculos

- Contenido de humedad en queso mozzarella

$$H = \frac{(m1 - m2)}{m1 - m} * 100$$

$$H = \frac{(118,46745 - 116,9546)}{118,46745 - 115,3509} * 100$$

$$H = \frac{(1,51285)}{2,5882} * 100$$

$$H = 0,5891 * 100$$

$$H1 = 58,91\%$$

- Extracto seco lácteo

$$100 = ES + EH$$

$$100 = ES + 58,91$$

$$ES = 41,09$$

- Grasa en extracto seco

$$G' = \left(\frac{G}{100 - H} \right) 100$$

$$G' = \left(\frac{18,1}{100 - 58,91} \right) 100$$

$$G' = \left(\frac{18,1}{41,09} \right) 100$$

$$G' = (0,4405)100$$

$$G' = 44,05\%$$

- Proteína en queso

$$\text{Nitrogeno, \%} = (1,4007 * (V_s - V_b) * N) / w$$

$$\text{Nitrogeno, \%} = (1,4007 * (12,8 - 0,8) * 0,1) / 0,5002$$

$$\text{Nitrogeno, \%} = (1,4007 * (12) * 0,1) / 0,5002$$

$$\text{Nitrogeno, \%} = 3,36$$

$$\% \text{ Proteina} = \%N * F$$

$$\% \text{ Proteina} = 3,36 * 6,38$$

$$\% \text{ Proteina} = 21,44\%$$

$$\text{Nitrogeno, \%} = (1,4007 * (V_s - V_b) * N) / w$$

$$\text{Nitrogeno, \%} = (1,4007 * (12,5 - 1) * 0,1) / 0,5003$$

$$\text{Nitrogeno, \%} = (1,4007 * (11) * 0,1) / 0,5003$$

$$\text{Nitrogeno, \%} = 3,21$$

$$\% \text{ Proteina} = \%N * F$$

$$\% \text{ Proteina} = 3,21 * 6,38$$

$$\% \text{ Proteina} = 20,47\%$$

$$\bar{X} = \frac{21,44 + 20,47}{2}$$

$$\bar{X} = 20,96$$