

Elaboración de queso Mozzarella a partir de métodos rápidos de acidificación

Proyecto especial presentado como requisito parcial para optar al título de Ingeniero Agrónomo en el Grado Académico de Licenciatura.

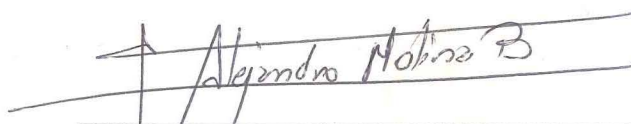
presentado por

Guillermo Alejandro Molina Baldeón

INSTITUCIÓN:	_____
FECHA:	_____
ENCARGADO:	_____

Zamorano-Honduras
Diciembre, 1998

El autor concede a Zamorano permiso
para reproducir y distribuir copias de este
trabajo para fines educativos. Para otras personas
físicas o jurídicas se reservan los derechos del autor.


Guillermo Alejandro Molina Baldeón

Zamorano-Honduras
Diciembre, 1998

DEDICATORIA

Dedico el haber alcanzado este título y toda mi carrera a mi madre, Miriam Baldeón, por haberme dado su amor, apoyo y confianza, además de haber sido y ser un aliciente para alcanzar las metas que me propuse y propongo alcanzar.

A mi abuelo, Luis Guillermo Baldeón, mi hermana, María Julia Molina y a la familia Baldeón, como una pequeña muestra de cariño y gratitud, por ser ellos quienes sentaron las bases de lo que ahora soy, con su ejemplo, su constancia, su amor, su confianza y su humilde grandeza.

A mi padre Jorge Molina, por ser una persona que admiro y quiero.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios por haberme brindado ésta gran oportunidad.

A mi madre por hacer de mí un profesional, por haberme dado la fortaleza necesaria para soportar los momentos más difíciles. Por estar conmigo en cada momento, por ser más que una madre, una amiga para mí con quien siempre podré contar. ¡Mil gracias Madre!

A mi abuelo que tanto quiero, por su cariño, apoyo y confianza. Por guiarme y hacer de mí un hombre de bien por toda mi vida.

A mi hermana, por su comprensión, amor, confianza, por cuidar de mi madre durante estos cuatro años.

A la familia Baldeón, por su confianza y su infinito amor.

A María Augusta Revelo, por su amor, paciencia y dedicación. Te Amo

A Sebastian y Rodrigo, por su ayuda y amistad.

A mis amigos y demás compañeros por todos los momentos que compartimos.

A mis asesores, Ing. Roque Barrientos y Ing. Joseph Teuben, por su ayuda en la finalización de este trabajo, en especial al Ing. Manuel Morales por haber sido además de mi consejero un gran amigo en todo momento.

Para el Ing. Roque Barrientos, por su valiosa amistad, por la paciencia y dedicación prestada para mi desarrollo profesional.

A todo el personal de la planta de Lácteos de Zamorano por su incondicional amistad y colaboración.

RESUMEN

Molina, Alejandro 1998. Elaboración de queso Mozzarella, a partir de métodos de rápida acidificación. Proyecto Especial del Programa de Ingeniero Agrónomo, El Zamorano, Honduras. pp. 56.

Actualmente, en la Planta de Lácteos, se produce el queso Zamorella para suplir parte de la demanda del mercado de Tegucigalpa y Zamorano. Este es un tipo de queso Mozzarella, el cual es elaborado por el método tradicional de producción en el que se emplea cuatro días de elaboración, tiempo en el cual la cuajada está acidificada y lista para su hilado y moldeado. Esta es una limitante para la Planta, por que no supe las demandas del producto, eleva los costos de producción y dificulta el proceso. Por esta razón, se elaboraron quesos Mozzarella, en los cuales se utilizó un ácido orgánico, cultivo de yogurth y cultivo láctico, como agentes para agilizar el periodo de acidificación. La tendencia general de elaboración de este queso, se rige por la utilización de leche pasteurizada, con adición de fermentos seleccionados o ácido cítrico que imparten mejores características de consistencia e hilado a la masa. Al añadir ácido cítrico se redujo el tiempo de elaboración del queso a 2.5 horas, aumentando los rendimientos significativamente de 8.83 a 9.5 % e incrementando la rentabilidad de 12 a 20 %. Se encontró que todos los tratamientos están dentro de los estándares de composición química de un queso Mozzarella para pizza. Finalmente, a través del análisis sensorial, se demostró que no existen diferencias significativas entre las características organolépticas (color, aroma y olor) analizadas en los quesos producidos. No siendo así para la variable consistencia, donde los quesos desarrollados obtuvieron resultados favorables. La consistencia del queso Mozzarella, fue significativamente superior a la consistencia del Zamorella, al inversa con sabor.

Palabras claves: Análisis sensorial, cultivo láctico, métodos de acidificación rápida, queso Mozzarella.

NOTA DE PRENSA

ZAMORANO DESARROLLA UNA FORMA MAS EFICIENTE DE ELABORAR QUESO MOZZARELLA

La planta de Lácteos de Zamorano, desarrollaba un tipo de queso Mozzarella, que consiste en la utilización de leche pasteurizada, con adición de bacterias que fermentaban la masa en un período de tres días, por lo que las demandas del producto no eran suplidas y el proceso se tornaba difícil, aumentando los costos de fabricación.

Debido a esta problemática se desarrolló un ensayo elaborando quesos Mozzarella por medio de otros métodos como la adición de ácido orgánico, cultivo de yogurth y cultivo láctico. Estos compuestos sirven de agentes agilizadores del período de acidificación.

La elaboración del queso se redujo a 2.5 horas, al añadir ácido cítrico en una proporción de 1.75 gramos por litro de leche. De esta manera, el rendimiento incrementó de 8.83 a 9.5% y la rentabilidad aumentó de 12 a 20%.

Las características sensoriales son las bases para delimitar las exigencias del mercado de comidas rápidas por este producto. El experimento demostró que el consumidor no pudo diferenciar entre el color, aroma y calidad global de los quesos comerciales con relación a los productos del ensayo. Sin embargo, se detectó que la consistencia del Mozzarella elaborado a partir de ácido cítrico, presentó mejores características al ser un producto mas duro que puede ser picado para ser utilizado en pizzas.

Así mismo, la composición química de este queso están dentro de los estándares de composición de un queso Mozzarella para pizza.

Por esta razón, se determinó que la elaboración de queso Mozzarella a partir de la adición de ácido cítrico como método de acidificación, puede ser una alternativa para la elaboración de este producto lácteo, que es el de mayor demanda por el mercado de comidas rápidas.

CONTENIDO

	Portadilla.....	i
	Autoría.....	ii
	Página de firmas.....	iii
	Dedicatoria.....	iv
	Agradecimientos.....	v
	Resumen.....	vi
	Nota de prensa.....	vii
	Contenido.....	viii
	Índice de Cuadros.....	xi
	Índice de Figuras.....	xii
	Índice de Anexos.....	xiii
1	INTRODUCCION.....	1
1.1	Descripción del entorno.....	1
1.2	Hipótesis.....	2
1.3	Objetivos.....	2
1.3.1	Objetivo General.....	2
1.3.2	Objetivos Específicos.....	2
1.4	Justificación del problema.....	3
1.5	Limitantes del estudio.....	3
2	REVISION DE LITERATURA.....	4
2.1	El queso: Definición y composición.....	4
2.2	Caracterización del queso Mozzarella.....	4
2.3	Esquema de la elaboración del queso Mozzarella.....	5
2.3.1	Recepción de la leche.....	6
2.3.2	Normalización y pasteurización de la leche.....	6
2.3.3	Microorganismos utilizados para la producción.....	7
2.3.4	Coagulación de la leche.....	9
2.3.4.1	Coagulación por medio de ácidos.....	9
2.3.4.2	Coagulación por medio de enzimas.....	10
2.3.4.3	Coagulación Mixta.....	10
2.3.5	Fermentación de la cuajada.....	11
2.3.6	Corte de la cuajada, cocinado y desuerado.....	11
2.3.7	Moldeado y salado.....	12

3	MATERIALES Y METODOS	14
3.1	Ubicación.....	14
3.2	Materiales utilizados.....	14
3.3	Metodología: Proceso de elaboración del queso Mozzarella de baja humedad.....	15
3.4	Descripción de los tratamientos.....	16
3.4.1	Tratamientos con: <i>Streptococcus thermophilus</i> + <i>Lactobacillus bulgaricus</i>	16
3.4.2	Tratamientos con: (<i>Streptococcus thermophilus</i> + <i>Lactobacillus bulgaricus</i>) y <i>Lactococcus lactis</i>	17
3.4.3	Tratamiento con ácido cítrico.....	17
3.5	VARIABLES DEL ESTUDIO.....	18
3.6	Análisis sensorial.....	18
3.6.1	Selección del panel de catación.....	19
3.6.2	Entrenamiento del panel de catación.....	20
3.7	Análisis químico – proximal.....	20
3.8	Análisis económico.....	21
3.8.1	Análisis de costos.....	21
3.8.2	Análisis de presupuestos parciales.....	21
3.9	Diseño experimental.....	22
3.10	Análisis estadístico.....	22
4	RESULTADOS Y DISCUSION	24
4.1	Proceso tecnológico.....	24
4.2	Aspectos técnicos relevantes.....	25
4.2.1	Acidificación por medio del tratamiento con las bacterias: <i>S. thermophilus</i> + <i>L. bulgaricus</i>	27
4.2.1.1	Curva de acidificación por medio del tratamiento con las bacterias: <i>S. thermophilus</i> + <i>L. bulgaricus</i>	27
4.2.2	Acidificación por medio del tratamiento con las bacterias: (<i>S. thermophilus</i> + <i>L. bulgaricus</i>) y <i>L. lactis</i>	28
4.2.2.1	Curva de acidificación por medio del tratamiento con las bacterias: (<i>S. thermophilus</i> + <i>L. bulgaricus</i>) y <i>L. lactis</i>	29
4.2.3	Acidificación por medio de ácido cítrico.....	30
4.2.3.1	Curva de acidificación por medio del tratamiento con adición de ácido cítrico.....	31
4.3	Análisis químico – proximal.....	32
4.4	Variación del rendimiento.....	33
4.5	Análisis sensorial.....	34
4.6	Análisis económico.....	36
4.6.1	Análisis de sensibilidad.....	37
4.6.1.1	Dominancia.....	37
4.6.1.2	Evaluación.....	38
5	CONCLUSIONES	39

6	RECOMENDACIONES	41
7	BIBLIOGRAFIA	43
8	ANEXOS	44

INDICE DE CUADROS

Cuadro		
1.	Composición de queso Mozzarella hecho a partir de varias clases de leche.....	5
2.	Características de cultivos utilizados para la elaboración de queso Mozzarella.....	8
3.	Resultados obtenidos a través del tratamientos con la adición de las bacterias: <i>S. thermophilus</i> + <i>L. bulgaricus</i>	27
4.	Resultados obtenidos a través del tratamientos con la adición de las bacterias: (<i>S. thermophilus</i> + <i>L. bulgaricus</i>) y <i>L. lactis</i>	29
5.	Resultados obtenidos a través del tratamientos con la adición de ácido cítrico.....	30
6.	Resultados obtenidos del análisis químico – proximal.....	33
7.	Resultados obtenidos del análisis químico – proximal en base a materia seca.....	33
8.	Medias del rendimiento de los métodos de acidificación.....	34
9.	Medias de los resultados del análisis sensorial.....	35
10.	Escenarios en el análisis económicos: promedios de rendimiento, precio e ingreso bruto esperado y probabilidad máxima de ocurrencia de valores iguales o extremos (mayores para el escenario I y menores para el escenario II).....	37

INDICE DE FIGURAS

Figura

1.	Curva de acidificación regular por parte de las bacterias: <i>S. thermophilus</i> + <i>L. bulgaricus</i>	28
2.	Curva de acidificación regular por parte de las bacterias: (<i>S. thermophilus</i> + <i>L. bulgaricus</i>) y <i>L. lactis</i>	30
3.	Curva de acidificación regular por medio del tratamiento con adición de ácido cítrico.....	32

INDICE DE ANEXOS

Anexos

1.	Hoja de evaluación sensorial para queso Mozzarella.....	45
2.	Análisis de costos para el queso Mozzarella (ácido).....	46
3.	Análisis de costos para el queso Mozzarella (yogurt).....	48
4.	Análisis de costos para el queso Mozzarella (yogurt + láctico).....	50
5.	Análisis de costos para el queso Zamorella.....	52
6.	Análisis de sensibilidad del escenario esperado.....	54
7.	Análisis de sensibilidad del escenario pesimista.....	55
8.	Análisis de sensibilidad del escenario optimista.....	56

1. INTRODUCCION

1.1 DESCRIPCION DEL ENTORNO

La Planta de Industrias Lácteas de Zamorano, cuenta con una capacidad diaria de producción de hasta 10,000 l de leche, de los cuales se recibe aproximadamente 2,500 l diarios; esta leche es destinada para la elaboración de diversos productos lácteos, entre ellos el queso Zamorella. Este es un tipo de queso Mozzarella, el cual es elaborado por el método tradicional de producción, en el que se emplea cuatro días de elaboración, tiempo en el cual la cuajada está acidificada y lista para su hilado y moldeado.

Una vez terminado el producto, es comercializado en el comedor de la Escuela Agrícola Panamericana, en el puesto de ventas de la misma Escuela, y en el mercado de Tegucigalpa, donde es distribuido en supermercados de la ciudad y en establecimientos que preparan comidas rápidas.

El Mozzarella es uno de los quesos más fabricados en Latinoamérica y su producción continúa creciendo a un ritmo anual que sobrepasa el de cualquier otro queso elaborado en esta región. (CHR HANSEN, 1997).

Con la globalización de los mercados, los sectores productivos han tenido que hacer frente a la competencia externa y atender a un consumidor cada vez más exigente. Con esto, la industria del queso Mozzarella, se ha visto obligada a trabajar a favor de una revisión tecnológica de fabricación, mejorando su productividad, disminuyendo sus costos, estandarizando y garantizando la calidad higiénica de este producto.

Hasta hace poco tiempo, muchos consideraban al Mozzarella como un queso que se podía elaborar a partir de leche de calidad inferior, cruda o pasteurizada, y por lo tanto, representaba una opción para la leche ácida recibida en la fábrica. Esta interpretación equivocada de un queso algo complejo en su forma de fabricación, fermentación, hilado, modelado, y conservación está cambiando rápidamente.

Los cambios se deben a dos factores principales: el primero, es el surgimiento de varias cadenas de pizzerías en el mercado, quienes demandan un Mozzarella con características específicas, que permita lograr el éxito en sus productos. El segundo es la actual integración de los mercados, que hace que las normas de cada país para la fabricación de quesos y sus patrones físico – químicos y microbiológicos, tengan que ser sometidos y adaptados a las necesidades de un mercado mucho mas amplio y competitivo que el mercado nacional.

Es por esto, que la tendencia general de elaboración de este queso, se rige por la utilización de leche pasteurizada, con adición de fermentos seleccionados que dan seguridad/calidad a la masa o como alternativa la adición de ácidos orgánicos. Es de suma importancia que en todas la fase de elaboración, se sigan las normas de higiene y sanidad que rigen las Buenas Prácticas de Manufactura.

1.2 HIPÓTESIS

- a) Los métodos de acidificación rápida, permiten una reducción en el tiempo de elaboración del queso Mozzarella, disminuyendo los costos de producción.
- b) El nuevo queso Mozzarella elaborado en la Planta, mantendrá o superará la calidad nutricional y sensorial con respecto al queso producido actualmente por la Planta, teniendo en cuenta que este se destine para consumo en pizzas o alimentos similares.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo general

Elaboración de queso Mozzarella a partir de la leche de vaca, a través de un procedimiento rápido de acidificación, que se adapte a las condiciones de la Planta de Lácteos de la Escuela Agrícola Panamericana.

1.3.2 Objetivos específicos

- a) Implementar un proceso de acidificación rápida, para agilizar la elaboración de este tipo de queso, utilizando una mezcla de *Streptococcus thermophilus* + *Lactobacillus bulgaricus*, (*Streptococcus thermophilus* + *Lactobacillus bulgaricus*) + *Lactococcus lactis*, y ácido cítrico, como medios de acidificación.
- b) Comparar los resultados de la obtención del queso Zamorella elaborado a partir del método tradicional de la Planta de Lácteos, con los quesos Mozzarella elaborados a partir de métodos rápidos de acidificación.
- c) Evaluar características físicas como: sabor, olor, color, textura (elasticidad, consistencia) y calidad total, a través de un análisis sensorial en la Planta de Procesamiento Hortofrutícola.
- d) Realizar un análisis químico-proximal en el Laboratorio de Nutrición Animal, donde se enfatizará en el % de humedad, % de proteína, % de grasa; y adicionalmente, se medirá el cloruro de sodio que presente el producto.

- e) Realizar un análisis económico, a partir de la metodología del CIMMYT, para determinar el mejor tratamiento.
- f) Realizar un estudio de costeo, para determinar el costo real de producción y definir el precio de transferencia del queso Mozzarella elaborado a partir de los métodos de rápida acidificación, comparándolo con el método convencional que actualmente utiliza la Planta.

1.4 JUSTIFICACION DEL PROBLEMA

Debido a la demanda de queso Mozzarella, en pizzerías y otros establecimientos de comida rápida de Tegucigalpa, la Planta de Lácteos de Zamorano se ha visto en la necesidad de implementar un proceso de acidificación rápida que permita la obtención del queso en el mínimo tiempo posible, y así satisfacer la demanda, reducir los costos de fabricación, sin sacrificar la calidad del producto.

1.5 LIMITANTES DEL ESTUDIO

La disponibilidad con que cuenta la Planta de cultivos lácticos apropiados para la elaboración de queso Mozzarella. Este estudio se realizó utilizando cultivo utilizado para la elaboración de yogurth, que si bien utiliza las mismas bacterias termófilas, no se dispuso de información importante como lo es, la proporción en que se encuentran las bacterias (*Lactobacilus bulgaricus* y *Streptococcus thermophilus*) en cada sobre liofilizado.

Actualmente, la etapa de hilado se realiza en una tina de 200 litros de capacidad, empleando palas de madera, actividad que requieren de personal calificado para realizar este trabajo, ya que la Planta no cuenta con la maquinaria necesaria para agilizar el proceso de elaboración, incrementar la uniformidad en el hilado, abastecer el volumen de queso a producirse y reducir la cantidad de mano de obra requerida para este fin. Además, que la cuajada una vez desuerada, comienza el proceso de fermentación, donde la cuajada permanece en la quesera hasta llegar al pH deseado (5.2) en aproximadamente unas dos horas estando lista para el hilado. Para esta etapa, actualmente se utiliza una quesera con capacidad de 200 litros, por lo que no se podrá moldear más de esta cantidad de cuajada, mientras que la masa continúa su acidificación.

La Planta no cuenta con un método de detección de presencia/ausencia de antibióticos, lo que permite recibir leche con antibióticos. Esta leche contaminada, al utilizarse en la elaboración de quesos, inhibe el crecimiento de las colonias de bacterias lácticas, impidiendo la transformación de la lactosa en ácido láctico, interrumpiendo la coagulación de la leche, y por ende la obtención del queso.

2. REVISION DE LITERATURA

2.1 EL QUESO: DEFINICION Y COMPOSICION

La organización internacional FAO (Food and Agricultural Organization), define el queso como un producto obtenido por coagulación enzimática de la leche y/o determinados productos lácteos (nata, leche parcialmente desnatada, nata de suero o la mezcla de varios de ellos), con previo o posterior separación de parte del agua, lactosa y sales minerales, seguida o no de maduración.

Según Alais (1994), los quesos son una forma de conservación de la caseína y la materia grasa; se obtienen por la coagulación de la leche seguida por el desuerado. La definición legal del queso precisa que “ El producto puede o no estar fermentado”; de hecho experimenta por lo menos una fermentación láctea.

Según Madrid (1994), la elaboración de la mayoría de los quesos se da por coagulación por medio de enzimas de origen animal o microbiano y de ácidos orgánicos, como ácido acético, cítrico o láctico.

Por su sistema de fabricación los quesos son ricos en grasas y proteínas, mientras que su contenido en azúcares y sales es bajo. La caseína es la proteína más importante que aparece en el queso, otras proteínas como la globulina y la albúmina se van en el suero. Las sales minerales más importantes son: calcio, fósforo y hierro. La grasa es el componente más abundante en los quesos y en la maduración se hidroliza contribuyendo el desarrollo de aromas y sabores (Madrid, 1994).

Para Alais (1994), desde el punto de vista nutricional, el queso es considerado como un producto de alto valor nutritivo porque:

- a. El queso es rico en proteínas de alto valor biológico.
- b. El queso proporciona energía calórica para el desarrollo de la vida, debido a su alto contenido de grasa.
- c. El queso es una fuente importante de suministro de vitaminas A y D, así como de algunas sales minerales (calcio, fósforo y hierro) indispensables para la vida.

2.2 CARACTERIZACION DEL QUESO MOZARELLA

Según Kosikowski (1982), el queso Mozzarella, tradicionalmente se elaboraba a partir de leche alta en grasa de búfalo, pero debido a la limitación de poder abastecer la gran

demanda actual en el mundo, se ha tenido que adecuar este tipo de queso a partir de leche de vaca, obteniendo óptimos resultados.

Dentro de la gran variedad de quesos existen algunos que se pueden clasificar como suaves e inmaduros, como el Mozzarella y Ricota, este último se elabora a partir del suero del queso Mozzarella (Kosikowski, 1977).

El Mozzarella pertenece a la clase de los quesos hilados, así como el Caciocavallo y Provolone entre los más mencionados. Este es un queso original de la quesería meridional italiana y que en la actualidad se elabora en todos los continentes, debido a la superioridad con respecto a los demás quesos en cuanto a suavidad, blancura, textura, succulencia, buenos rendimientos, mínimos desperdicios y variadas aplicaciones culinarias (Minut, 1951 y Kosikowski, 1982).

Usualmente, el queso es redondo o en forma de pera, suave, con una superficie brillante y de color blanco. Su contenido de humedad es de 52 a 55% y el de grasa de 45% sobre base seca. El rendimiento del queso Mozzarella es de 11.5 libras de queso por cada 100 libras de leche con 3% de grasa (Kosikowski, 1982).

Cuadro 1. Composición de queso Mozzarella fresco hecho a partir de varias clases de leche.

Queso	Grasa	Humedad	Proteína	Lactosa
Porcentajes				
Mozzarella				
Leche 3% grasa	18	53.6	22.1	0.3
Mozzarella				
Leche 2% grasa	13.5	57.2	21.2	0.2
Mozzarella				
Leche 1% grasa	8	57.3	25.7	0.2
Mozzarella de				
Baja humedad	23.7	47	25	0.3

Fuente: Kosikowski, 1982, adaptado por el autor.

2.3 ESQUEMA DE LA ELABORACION DEL QUESO MOZARELLA

Según Madrid (1994), la elaboración de queso Mozzarella se ha hecho durante siglos de forma artesanal, en condiciones a veces poco higiénicas. Pero actualmente, la mayor cantidad de queso, sale de industrias con tecnología moderna, donde las fases de elaboración están muy mecanizadas e incluso automatizadas, que aseguran la calidad higiénica de este producto.

Para Kosikowski (1982), el queso Mozzarella tiene cualidades propias de estiramiento y tirantez, y se usa mas que todo en pizzas o en los pasteles de tomate, ya que posee mejores cualidades para ser tajado. Las características que diferencian el Mozzarella elaborado a partir de métodos de acidificación rápida del Mozzarella tradicional son:

- Es un queso más seco.
- Coloración amarillenta.
- Mayor contenido graso.
- Sabor mínimo a queso.
- Su maduración ácida se obtienen casi siempre en la tina quesera y en pocas horas.
- Soporta mejor el transporte a largas distancias.

La característica principal del queso Mozzarella de baja humedad, es que se elabora a partir de una cuajada que se cocina a temperatura de 38 a 42°C por 20 – 30 min hasta que la consistencia del coágulo sea la deseada, posteriormente se madura en pocas horas, por el efecto de fermentos lácticos como *Streptococcus thermophilus* y *Lactobacillus bulgaricus* o la combinación de ambos; bacterias cuya función principal es la acidificación rápida durante la maduración.

2.3.1 Recepción de la leche

Para Keating y Rodríguez (1986), es importante destacar que para producir buenos quesos se tiene que partir de leche de buena calidad.

La leche para quesos debe contener alta cantidad de proteína coagulable, lo cual normalmente ocurre durante el décimo o décimo primer día después del parto, tener una proporción equilibrada de sales minerales, especialmente, buena cantidad de calcio disponible, contar con poca cantidad de microorganismos para evitar interferencias o incompatibilidad con los microorganismos inoculados, poseer la capacidad de ser coagulada en forma rápida por el cuajo, estar libre de sustancias inhibitoras del crecimiento microbiano como antibióticos, detergentes y desinfectantes por que interfieren en el proceso de fermentación (Revilla, 1996).

2.3.2 Normalización y pasteurización de la leche

Según Revilla (1996), el procedimiento de producción del queso Mozzarella, casi siempre indica el porcentaje de grasa que debe tener la leche, de la cual se va a obtener el queso. Por esta razón, algunas veces se tiene que reducir o aumentar el contenido normal de grasa en la leche normal ya sea descremando, mezclando diferentes leches o añadiéndole crema.

Para Kosikowski (1982), el queso Mozzarella es elaborado a partir de diferentes porcentajes de grasa en la leche (Cuadro 1); teniendo en cuenta, que influye directamente en la cantidad de grasa, proteína, humedad y lactosa que presente el producto final,

variando la textura, consistencia, y características sensoriales, además de aumentar o reducir el costo de este queso.

Para la producción de queso Mozzarella, la pasteurización es obligatoria, ya que destruye todos los microorganismos patógenos, coliformes, levaduras y la mayoría de saprófitos con la excepción de los esporulados como el *Clostridium*, facilitando el desarrollo de los microorganismos inoculados, que permite obtener quesos inócuos y asegurar la calidad.

Los métodos de pasteurización que se aplican para la elaboración de este tipo de queso, combinan efectos de temperatura y tiempo. Según Madrid, 1994, son tres los tipos de pasteurizaciones más utilizadas para la destrucción de los microorganismos:

1. Pasteurización baja, que consiste en el calentamiento de la leche a 60 o 65°C durante 30 min
2. Pasteurización intermedia, a una temperatura de 72 – 75°C durante 15 – 30 seg
3. Pasteurización alta, que consiste en el calentamiento a 80 – 95°C durante 15 – 20 seg

2.3.3 Microorganismos utilizados para la producción

La coagulación de la caseína y maduración de los quesos dependen en gran parte de la acidez de la leche; por ello, es necesario el uso de cultivos lácticos para la producción de ácido láctico hasta incrementar la acidez titulable normal en 0.02% por lo menos, antes de la adición del cuajo; lo cual normalmente toma de 30 a 60 min después de añadido el cultivo láctico (Revilla, 1996).

Según Kosikowski (1982), la producción de ácido láctico tiene otra ventaja: muchas bacterias no toleran la acidez como la *E.coli* y otros patógenos. Este es un efecto selectivo beneficioso para ciertas bacterias lácticas (*Streptococcus thermophilus*) que pueden multiplicarse sin competencia.

Por otra parte, la transformación de la lactosa en ácido láctico y el desdoblamiento de proteínas y grasas mejoran la digestibilidad del producto final así como su valor nutritivo (Santos, 1996).

Kosikowski (1982), menciona que los cultivos bacteriales utilizados para la elaboración del queso Mozzarella, incluyen el *L. lactis*, y para el Mozzarella de baja humedad se utiliza actualmente, las bacterias *S. thermophilus* y *L. bulgaricus*. Cada uno se selecciona debido a su ritmo característico de crecimiento y por la producción de ácido a temperaturas específicas.

En el Cuadro 2, se puede apreciar las características de las bacterias utilizadas para la elaboración del queso Mozzarella.

Cuadro 2. Características de cultivos utilizados para la elaboración de queso Mozzarella.

Bacterias (Nombre nuevo)	Crecimiento óptimo temp. °C	Tolerancia máxima a la sal para crecimiento, %	Formación de ácido fermen. %
<i>Lactococcus lactis ssp lactis</i>	30	4 - 6.5	0.8 - 1.0
<i>Lactococcus lactis ssp cremoris</i>	25 - 30	4	0.8 - 1.0
<i>Streptococcus salivarius ssp thermophilus</i>	40 - 45	2	0.8 - 1.0
<i>Lactobacillus delbrueckii ssp bulgaricus</i>	40 - 50	2	1.5 - 2.0
<i>Lactobacillus helveticus</i>	40 - 45	2	2.5 - 3.0

Fuente: Manual de Industrias Lácteas, 1996

Lactococcus lactis ssp. lactis

Se encuentra en forma natural en la leche, en forma de cocos o cadenas cortas. Es una bacteria no esporulada, inmóvil, gran positiva. En la leche utiliza la lactosa como fuente de energía, produciendo a partir de esta entre 0.8 - 1.0% de ácido láctico, y trazas de ácido acético y propiónico.

Lactococcus lactis ssp. cremoris.

Es similar al *Lactococcus lactis ssp lactis*. Se diferencia en las siguientes características:

- No produce NH₃ a partir de Arginina, no crece a 40°C, ni con cuatro por ciento de NaCl₂. Se encuentra normalmente en leche cruda y productos lácteos.

Streptococcus salivarius ssp. thermophilus

Se caracteriza por tener un amplio rango de temperatura de crecimiento, con un óptimo de 40 - 45°C; un mínimo de 20°C y un máximo de 50°C. Es muy sensible a sustancias inhibidoras, particularmente antibióticos. Es inhibido por 0.01 UI de penicilina o 5 mg de estreptomycin/ml de leche. Es una bacteria láctica del grupo homofermentativo, produciendo 0.8 - 1.0% de ácido láctico a partir de la lactosa.

Lactobacillus delbrueckii ssp. bulgaricus

Se caracteriza por una alta temperatura de crecimiento, con un óptimo de 40 - 43°C, mínimo de 22°C y máximo de 52°C. A pesar de no ser considerado termodúrico algunas cepas resisten 75°C por 20-30 min. La mayoría de las cepas no se desarrollan en solución con 2% de NaCl₂. Muchas cepas se desarrollan en presencia de 4% de fenol.

Su resistencia ante antibióticos es mayor que el *S. thermophilus*. Es inhibido por 0.3 – 0.6 UI de penicilina/ml de leche. Es una bacteria láctica homofermentativa, produciendo hasta 1.7% de ácido láctico en la leche.

El cultivo *L. bulgaricus* se usa tradicionalmente en el queso Mozzarella de baja humedad, donde se requiere una alta y rápida producción de ácido, y se puede combinar con el *S. thermophilus*.

2.3.4 Coagulación de la leche

La coagulación de la leche puede ser hecha por medio de la adición del alcohol, ácidos orgánicos y enzimas. (Madrid, 1994)

La coagulación de la leche, se manifiesta por la formación de un gel, que resulta de los cambios físico-químicos que se dan en la micela de la caseína. Los mecanismos usados para la formación del coágulo son totalmente diferentes, los cambios pueden ser inducidos por acidificación, por enzimas o un proceso mixto que combine ácido y enzimas.

2.3.4.1 Coagulación por medio de ácidos.- La coagulación por medio de ácidos, es usada para producir quesos frescos, o madurados con fermentación en la superficie. Para coagular la leche por medio de acidificación, se puede utilizar ácido cítrico y ácido acético. Por acción de la acidificación se verifica ciertos cambios en la constitución química, en el aroma y en las características físicas de la leche (Keanting y Rodriguez, 1986).

Según Eck (1987), al añadir un ácido orgánico o inorgánico, se produce floculación de caseína a un pH de 4.6 en forma de un precipitado granular que se separa del suero.

La precipitación de la caseína sucede a menudo, por cuanto las temperaturas normales de trabajo son mas altas de 21°C, y también porque la estabilidad de las micelas de caseína se vuelve cada vez más frágil y éstas pierden el poder de mantenerse en el estado de suspensión antes de alcanzar el pH de 4.6 (Keanting y Rodriguez, 1986).

El efecto de una disminución en el pH reduce la ionización de los grupos ácido funcionales de la caseína (aspártico, glutámico y residuos de fosfocerina). Esta reducción de la ionización causa una disminución en el potencial de la superficie e induce al decrecimiento en la capacidad de secuestrar la alfa y beta caseína e incrementar la solubilidad en las sales de calcio. Esto da como resultado un progresivo desplazamiento del calcio y el fósforo inorgánico de la micela en la fase acuosa y por lo tanto en la desmineralización de la micela; una total desmineralización ocurre a un pH < 5. Dándole un rol al calcio y al fosfato en la estructura de la micela, la pérdida de estos constituyentes inorgánicos es acompañado por la disgregación de la micela en subunidades micelares (Eck, 1987).

A valores de pH de 5.7 a 5.8, alrededor del 50% del calcio coloidal ha pasado a la solución; se observa un cambio en las características reológicas de la leche; esto probablemente corresponde a la desorganización de las micelas, aunque algunas subunidades permanecen parcialmente asociadas con otras por enlaces de calcio y fósforo (Eck, 1987).

En su punto isoelectrico, la caseína se encuentra en su estado más puro y en el punto más bajo de su solubilidad (hidratación mínima). Por esto, en las condiciones usuales de trabajo, en el pH 5.2 - 5.3 la caseína coagulada todavía está algo desmineralizada, reteniendo aun algo de calcio y manteniendo alguna solubilidad (Keating y Rodriguez, 1986).

Las características reológicas del gel láctico dependen de factores inherentes en la leche, particularmente de la concentración de proteína, condiciones de acidificación, como la temperatura, el grado de acidificación, y el pH al final de la fermentación (Eck, 1987).

La cuajada ácida es muy frágil, poco elástica y presenta una textura poco homogénea y relativamente abierta y pegajosa. Esta cuajada debe ser tratada con mucho cuidado al comienzo para evitar que se dispersen partículas muy pequeñas que provoquen grandes pérdidas de rendimiento (Keating y Rodriguez, 1986).

A medida que, por medio del calentamiento o de la acción mecánica suave, las partículas van adquiriendo consistencia, se puede agitar y trabajar la cuajada sin grandes pérdidas.

2.3.4.2 Coagulación por medio de enzimas. La acción enzimática transforma el caseinato de calcio en paracaseinato de calcio, que en presencia de sales solubles se coagula, formando un complejo de fosfo-paracaseinato de calcio; el cual tiene la apariencia de gelatina elástica con retracción natural (sinéresis), que permite la expulsión del suero en forma rápida. (Keating y Rodriguez, 1986)

La acidez óptima para la coagulación enzimática varía de pH 6 a 6.4. Cuando la coagulación se lleva a cabo a pH mayor de 6.4 requiere mayor tiempo, y la cuajada obtenida es flexible, elástica, compacta y contráctil; pero si la coagulación se efectúa en leche con pH menor de 6, requiere de menor tiempo, pero la cuajada es menos flexible, contractil, más permeable y retiene mayor humedad (Van den Berg, 1988).

2.3.4.3 Coagulación Mixta.- Este es un método de manufactura, donde la coagulación de la leche es obtenida por acción enzimática y es acompañada por acidificación. El grado de acidez varía dependiendo del tipo de queso que se quiera elaborar. La cantidad de enzimas a utilizar, depende del grado de acidez de la leche, causando que el coágulo tenga ciertas características propias.

2.3.5 Fermentación de la cuajada

Esta es la etapa específica para los tratamientos que necesitan de fermentación por parte de las bacterias. Luego de 15 min de reposo de la cuajada en el fondo de la tina, se corta en bloques de 20 cm de lado, acomodando un bloque al lado del otro con espacios entre ellos para facilitar el drenaje.

Cada 15 min los bloques deben invertirse dejando la parte de abajo hacia arriba. Se repite este procedimiento hasta que se llegue a la acidez de hilado (pH 5.2) en aproximadamente 1 – 3 horas. Para no perder humedad en el queso, se puede apilar los bloques y arrinconar en la quesera.

Una vez desuerada la cuajada, se inicia el proceso de fermentación donde las bacterias actúan convirtiendo la lactosa de la leche a ácido láctico, causando el mayor decrecimiento del pH de todo el proceso.

Un tiempo de fermentación demasiado largo indica que hay que comenzar con más cantidad de cultivo o que el cultivo debe ser más activo. También puede indicar excesivo lavado. Si la acidez avanza demasiado rápido, indica que la cantidad de cultivo inicial fue alta, demasiado tiempo de reposo, o alta temperatura de cocción. En este caso conviene agregar agua fría o helada para frenar el desarrollo de la acidez.

2.3.6 Corte de la cuajada, cocinado y desuerado

Como el suero protege a los granos de cuajada mientras están juntos, sobretodo de temperaturas elevadas, es importante fijar el momento y el modo en que se debe efectuar la separación (Madrid, 1994).

El corte de la cuajada facilita la evacuación del suero, por que deja mayor superficie expuesta favoreciendo la sinéresis. Para realizar el corte de la cuajada se debe utilizar una lira horizontal, seguida del corte por medio de una lira vertical, hecho de tal manera que la cuajada quede convertida en pequeños cubos. La división de la cuajada debe hacerse de tal manera que no desintegre los cubos de cuajada, para evitar la pérdida de cuajada durante el desuerado. (Revilla, 1996).

Según Santos (1996), al acabar las operaciones de corte de la cuajada, los granos recién cortados están aún muy blandos y con grietas en su membrana exterior, por lo que se procede a su agitación suave para no perjudicarlos. Esta agitación sin embargo es necesaria, ya que favorece la separación del suero.

Aunque suave, la agitación debe ser lo suficientemente rápida, para que los granos permanezcan en suspensión en el suero, si se deja que los granos se sedimenten sobre el fondo de la tina quesera se acumulan allí, formando grumos difíciles de romper; además, la formación de grumos provoca la pérdida de caseína en el suero (Revilla, 1996).

Madrid (1994), menciona que si a la vez que se agita se eleva la temperatura, el desuerado es aún mayor, ya que las bacterias lácticas presentes activan su crecimiento y su multiplicación, transformando más lactosa en ácido láctico, lo que se traduce en una bajada del pH, que favorece la eliminación del suero.

El calentamiento produce una contracción de la estructura proteínica de los granos de la cuajada con lo que sale aún más suero, reduciendo así la humedad en el queso final. Cuando se pasa de 45°C la actividad de bacterias lácticas disminuye e incluso desaparece a unos 50 a 55°C.

Para la elaboración del queso Mozzarella se debe cocinar la cuajada a 42°C por 30 a 40 min, temperatura y tiempo que favorecen la multiplicación de las bacterias reduciendo el pH por presencia de mayor ácido láctico. (Madrid, 1994)

Según Kosikowski (1982), es importante que para cada tipo de queso Mozzarella, se drene siempre la misma cantidad de suero de la tina, para tener siempre un producto finalmente normalizado en cuanto a contenido de humedad (dependiendo de la humedad requerida).

2.3.7 Moldeado y salado

Para el queso Mozzarella hecho con cultivos lácteos, el pH ideal para mezclar y moldear la cuajada caliente, está entre 5.3 y 5.1; con un pH menor a 5.1, la cuajada tiene dificultad de retener la grasa. La escala óptima del pH varía con la clase de leche, tiempo de contacto con el ácido y el tipo de cultivo.

La elaboración de queso Mozzarella requiere de la adición de agua a 72°C, con el objeto de favorecer a los trozos de cuajada para que se estiren en hilos largos y resistentes, en este punto se toman los bloques de masa y se muelen o cortan en pedazos pequeños y se sumergen en el agua para luego amasarlos hasta que estén suaves, elásticos y libres de grumos.

Las porciones de queso estirado se colocan en moldes con perforaciones, se prensan a mano y se invierten dentro del molde para que tomen forma adecuada. Luego se colocan en agua helada por lo menos media hora para detener a formación de acidez (Keating y Rodriguez, 1986).

Según Madrid (1996), los métodos de salado más utilizados para la elaboración de este queso son:

- Agregando directamente sal a la cuajada moldeada; la sal se distribuye en forma paralela y rápida en todo el queso. Se obtiene el equilibrio parcial en 15 horas, y un equilibrio total en tres días (Santos, 1996).

- Utilizando salmueras, que son soluciones de sal que usualmente varían de 18 – 30% (peso: peso). Hay ciertos factores básicos a considerar al utilizarlas, estas son: concentración, temperatura, acidez, agitación, esterilización, eliminación de grasa, porciones de queso que se introducen a la salmuera. La concentración de la sal debe ser de 1.5 – 1.75%, y tener a una temperatura de 14.4°C. El enfriamiento ayuda a prevenir el crecimiento de microorganismos en la salmuera y ayuda a mantener el crecimiento de los microorganismos que están en el queso (Van den Berg, 1986).

3. MATERIALES Y METODOS

3.1 UBICACION

El presente trabajo de investigación se realizó en la Escuela Agrícola Panamericana, ubicada en el Valle del Zamorano a 30 Kilómetros al este de Tegucigalpa. La temperatura promedio es de 20 a 24 °C. tiene una altitud de 850 msnm y una precipitación promedio de 1100 a 1300 mm anuales.

El estudio técnico se realizó en la Planta de Industrias Lácteas; el panel de catación se desarrolló en la Planta de Procesamiento Hortofrutícola, y el análisis químico-proximal en el Laboratorio de Nutrición Animal de la Escuela Agrícola Panamericana.

3.2 MATERIALES UTILIZADOS

Los materiales empleados en este estudio fueron los siguientes:

- Leche de vaca, pasteurizada y estandarizada al 2% de grasa
- Cultivo láctico iniciador que será: *Streptococcus thermophilus* + *Lactobacillus bulgaricus*
- Cultivo láctico: (*Streptococcus thermophilus* + *Lactobacillus bulgaricus*) y *Lactococcus lactis*
- Acido cítrico
- Cloruro de calcio
- Cuajo líquido Hansen de doble potencia
- Agua caliente aproximadamente a 72.2° C.
- Sal refinada.
- Bolsas plásticas para maduración del queso

Los equipos utilizados fueron los siguientes:

- Pasteurizador rápido
- Tina quesera de 300 litros de capacidad
- Potenciómetro
- Liras de 1 cm para cortar la cuajada
- Espátulas o cuchillos
- Marmita de 40l de capacidad
- Paletas de acero inoxidable
- Moldes de madera

3.3 METODOLOGIA: PROCESO DE ELABORACION DEL QUESO MOZZARELLA DE BAJA HUMEDAD

En la Planta de Lácteos de la Escuela Agrícola Panamericana, se elaboró el queso "Mozzarella de baja humedad", el cual se desarrollo según cada tratamiento.

El método presentado a continuación, es una recopilación de varias fuentes de información y estudio, donde se eliminó pasos innecesarios, fijándose más cuidadosamente en los pasos básicos de elaboración, que permitan trabajar con las condiciones de la planta y la calidad de la materia prima, todo esto para obtener la producción del queso Mozzarella en el menor tiempo posible, incrementando la eficiencia y reduciendo los costos de producción.

1. **Estandarización de la leche.** Se estandarizó la leche entera de vaca, reduciendo la cantidad de grasa hasta un 2%, la leche estandarizada se pasteurizó a 72° C (161° F.) por 16 segundos, posteriormente se enfrió a 32°C (90°F) y envió la leche a la tina quesera. En este punto se realizó la prueba de acidez titulable expresada como ácido láctico (ATECAL).
2. **Tipo de acidificación.** Se añadió según cada tratamiento, las cantidades que se presentan posteriormente en la descripción de los tratamientos (3.4.1 – 3.4.3). Independiente de cada tratamiento, se agregó 0.2 ml/l. de CaCl₂ por efectos de la pasteurización; igualmente, se introdujo alrededor de 0.045 ml/l. de cuajo, para lograr la coagulación en 20-30 min manteniendo la temperatura de 32°C.; se diluyó la medida de cuajo en una proporción de 1:20 con agua fría antes de ser añadido a la leche.
3. **Cortado de la cuajada.** Cuando el coágulo adquirió la consistencia deseada, se revisó el punto de coagulación, y en el punto óptimo se cortó en bloques de 1cm. de lado utilizando tanto la lira vertical mas la horizontal, y dejando reposar 5 min en el suero antes de comenzar la agitación.
4. **Cocción de la cuajada.** Se calentó la cuajada utilizando la tina quesera, hasta llegar a una temperatura de 40 - 42°C (105°F) por 35 min, agitando lentamente en el período de cocimiento.
5. **Desuerado de la cuajada.** Se empujó la cuajada hasta la parte superior de la tina quesera y drenó todo el suero hasta que la tina quedó libre. Se tomó la ATECAL presente en el suero. La cuajada fue cortada formando bloques o cubos de 20 cm. para facilitar el desuerado y el período de maduración.
6. **Fermentación.** Esta etapa es específica para los tratamientos que necesitan de fermentación, que son los que utilizan cultivos lácticos para su acidificación, cada 15-20 min se dio vuelta la cuajada por 1 – 2 horas hasta que el pH esté dentro del rango de 5.1 a 5.3, manteniendo la temperatura de 40 – 42°C.

7. **Mezclado, hilado y moldeado.** Cuando los bloques de la cuajada tenían la maduración ácida (pH 5.1 – 5.3), se realizó la prueba de elasticidad, sometiendo un pedazo de cuajada en agua caliente (74°C), dando como resultado una elasticidad propia de este tipo de queso. En este punto, se cortó la cuajada en bloques pequeños de 2cm x 2cm. y se introdujo agua a temperatura de 72 - 74°C (170°F); se mezcló la cuajada utilizando una pala de madera hasta que se obtenga un buen estiramiento y brillo por aproximadamente 15 min. Posteriormente, se quitó el agua caliente, se amasó o estiró la cuajada hasta que en el centro tenga la misma textura y brillo que en la superficie.
8. **Salado.** Una vez hilada la cuajada, se añadió 1.5% de sal con respecto a la cantidad de cuajada obtenida. Se introdujo en los moldes de madera que posee la planta de manera uniforme, y se dejó que se ligue en el cuarto frío # 1, donde fue almacenado hasta ser sometido al panel de catación.

3.4 DESCRIPCION DE LOS TRATAMIENTOS

El método preestablecido anteriormente se utilizó con diferentes tratamientos, los cuales fueron:

Utilizar como cultivo iniciador las bacterias: *Streptococcus thermophilus* + *Lactobacillus bulgaricus*, una vez definido el porcentaje óptimo.

Utilizar como cultivo iniciador los cultivos lácticos: *Streptococcus thermophilus* + *Lactobacillus bulgaricus* y *Lactococcus lactis*, una vez definido las proporciones.

Utilizar ácido cítrico, reemplazando los cultivos lácticos.

Como control se utilizó el queso Zamorella, el cual en la actualidad es acidificado a partir de la bacteria: *Lactococcus lactis*.

Para cada tratamiento, se hicieron tres repeticiones donde se utilizó 200 litros de leche fresca generalmente del ordeño diario del establo. Cabe resaltar que cada tratamiento tuvo el mismo método de elaboración, variando únicamente el método de acidificación, que tiene como objetivo elaborar el queso Mozzarella en el mínimo tiempo posible.

3.4.1 Tratamiento con: *Streptococcus thermophilus* + *Lactobacillus bulgaricus*

Se utilizó un sobre de cultivo de yogurth, en el cual se encuentran las bacterias: *Streptococcus thermophilus* + *Lactobacillus bulgaricus*, las cuales se comercializan en polvo, obtenidos por procesos de liofilización (Dri-vac) o secado al vacío, en una cantidad de dos gramos por sobre, conteniendo alrededor de 1×10^9 bacterias viables con óptima actividad, que sirvieron para inocular a 632 cm² de leche para cultivo madre; estas

bacterias se encuentran en una proporción que se desconoce por falta de información de la compañía CHR. HANSEN que la produce.

Como medio de cultivo utilizado para la propagación de estas bacterias, se utilizó leche fresca descremada, la cual fue esterilizada en el autoclave para someterlos a 116°C durante 15 min. Una vez esterilizada la leche, se traslado a la refrigeradora hasta que llegó a una temperatura de 21-22°C, temperatura a la cual fue inoculado con un sobre de cultivo láctico liofilizado. Posteriormente, se mezcló bien el cultivo con la leche y se dejó en reposo por aproximadamente 14-16 horas, manteniendo la misma temperatura, obteniendo el cultivo madre.

A partir de este cultivo madre, se inoculó con 1-2% del cultivo a 6 erlenmeyers que contenían 800 ml de leche descremada, previamente esterilizada por el método anteriormente expuesto. Una vez transferida la cantidad de cultivo láctico, se prosiguió con la incubación a la misma temperatura y tiempo. Posteriormente, se almacenaron los botes en la refrigeradora a una temperatura de 7°C, para detener la actividad bacteriana, hasta el momento de ser utilizados. La acidez presente en los botes, varió en los días que se utilizó para la elaboración de los quesos, pero se mantuvo entre 0.80 – 0.90% de ATECAL.

La frecuencia de propagación está relacionada con la actividad bacteriana; por esto, cada bote fue propagado cada dos a tres días, procurando coincidir con el tiempo en que se necesitó el cultivo en la elaboración del queso.

3.4.2 Tratamiento con: (*Streptococcus thermophilus* + *Lactobacillus bulgaricus*) y *Lactococcus lactis*

Se utilizó un sobre de cultivo láctico, en el cual se encuentra la bacteria: *Lactococcus lactis ssp. lactis* y *Lactococcus lactis ssp. Cremoris*, la cual al igual que en el tratamiento anterior, se obtiene de la compañía CHR. HANSEN comercializado en polvo, obtenidos por procesos de liofilización (Dri-vac). Cada sobre contiene una cantidad de dos gramos, que contiene alrededor de 1×10^9 bacterias viables con óptima actividad.

En este tratamiento se utilizó tanto las bacterias descritas en el tratamiento anterior, como las del cultivo láctico expuesto en este tratamiento. Todo el proceso de obtención del cultivo madre y las propagaciones del cultivo, se realizó siguiendo el mismo método descrito en el tratamiento anterior, con la única diferencia que se realizó adicionalmente un cultivo madre a partir de un sobre de bacterias *Lactococcus lactis ssp. Lactis*, y se prosiguió con las propagaciones cada 3 – 4 días.

3.4.3 Tratamiento con ácido cítrico

El ácido cítrico utilizado en este tratamiento, se obtuvo con la colaboración de la Planta de Industrias Hortofrutícolas (PIH).

Se realizó una solución de 50% de ácido cítrico, en la cual se utilizó agua destilada a una temperatura de 4°C. Por otra parte, la leche una vez pasteurizada, se bajó la temperatura a una temperatura de 4°C y se envió a la tina quesera. El motivo de bajar la temperatura, es reducir la reacción que ocurre en la leche, al entrar en contacto con el ácido. Posteriormente, se añadió la solución de ácido a la leche y se mezcló rápidamente evitando que se concentre o acumule el ácido en la leche.

3.5 VARIABLES DEL ESTUDIO

Dentro del proceso tecnológico, la variable que se midió fue:

- Rendimiento del queso.

Dentro del análisis sensorial, las variables que se midieron fueron:

- Color.
- Olor.
- Sabor.
- Textura (elasticidad).
- Textura (consistencia).
- Calidad total

Dentro del análisis químico-proximal, se midió:

- % de humedad.
- % de proteína cruda.
- % de extracto etéreo.
- % de cloruro de sodio.
- pH.

Dentro del análisis de costeo, se midió:

- Costo de producción para cada tipo de tratamiento.

3.6 ANÁLISIS SENSORIAL

Se fijó en la Planta de Industrias Hortofrutícolas (PIH), donde se caracterizaron las muestras de las réplicas de cada tratamiento, a través de un panel de catación previamente entrenado, identificando las variables cualitativas que son: aroma, sabor, color y textura (consistencia) y calidad total, los cuales fueron comparados con el queso Zamorella utilizado como control.

En las primeras tandas los asesores y personal con experiencia en la Planta de Lácteos, fueron los que determinaron las características propias de los quesos, definiendo los quesos que posteriormente fueran caracterizados por el panel de catación.

3.6.1 Selección del panel de catación

Por la facilidad y disponibilidad de recursos, se escogió a los alumnos del Macromódulo de Tecnología de Alimentos, así como también el personal de producción y administrativo de la Planta IHF, formando un grupo de 25 personas, las cuales fueron sometidas a pruebas de reconocimiento de olores y sabores.

Para la prueba de catación de olores, se comenzó familiarizando al grupo con las diferentes sustancias de aroma característico, donde se utilizó: canela, pimienta negra, pimienta, clavo de olor, alcohol al 12%, alcohol a 45% y vinagre, además de las escencias de vainilla, fresa cereza, mango y té; a estos, se les permitió que distinguan los distintos aromas, los cuales tenían su respectiva identificación, por tres días consecutivos, para posteriormente someterlos a la prueba de catación al cuarto día.

De las distintos aromas expuestos, se seleccionaron seis: vainilla, cereza, fresa, clavo de olor, vinagre y canela. Para los extractos, se colocó unas gotas en algodón, introduciendo este en un frasco, al cual se codificó utilizando una tabla de números aleatorios; para el clavo de olor, vinagre y canela, se envolvió en algodón y se introdujo en el frasco previamente codificado. A cada panelista se le presentó una hoja, donde se pidió identificar el olor, y escribir junto al código del frasco.

Para la prueba de catación de sabores, a cada posible panelista se le presentaron diferentes sabores en vasos blancos, los cuales fueron codificados previamente. Para esta prueba se utilizó los sabores: amargo, dulce, salado, ácido e insípido, para este último caso se utilizó el agua común. A cada panelista se le entregó un vaso sin codificar que contenía agua, que servía para que enjuagarse la boca luego de cada catación del sabor. Igualmente que en la prueba de catación de olores, se presentó una hoja, donde anotaron el código del vaso y el sabor que percibían.

Las soluciones utilizadas fueron preparadas según el Basic sensory methods for food evaluation (1989), el cual nos indica que para el sabor dulce se realice una solución de sacarosa en agua destilada a 0.5%, para el sabor salado, cloruro de sodio al 0.1%, una solución de 0.02% de ácido cítrico para el sabor ácido, y hierbas en agua destilada para el sabor amargo.

Tanto para la prueba de catación de olores, como de sabores, se contaron solamente las respuesta acertadas. Para la primera prueba, se le asignó un valor de 16.5 puntos por cada respuesta acertada; para la segunda prueba se le asignó un puntaje de 20 puntos por acierto.

Después de evaluar las hojas de cada posible panelista, se prosiguió a escoger el panel de catación, para esto, se seleccionaron a todas las personas cuyo puntaje obtenido estaba dentro del rango de 90 – 100 puntos. Las personas seleccionadas fueron 16, con las que se prosiguió con el entrenamiento del panel de catación.

3.6.2 Entrenamiento del panel de catación

Por los objetivos que tiene este proyecto, que es de reducir el tiempo de elaboración del queso Mozzarella, se escogió el queso Zamorela como el queso control, por ser la elaboración de este queso, lo que la Planta quiere reemplazar actualmente.

El queso Zamorela, se les presentó a las personas seleccionadas, para que identificaran y familiarizaran con las características propias del queso, como es la elasticidad, sabor, color, aroma en queso derretido, y consistencia en queso fresco. Posteriormente, se les presentó el queso Dambo, Zamocriollo y Crema, para que distinguieran del queso Zamorella, las características antes expuestas.

Una vez entrenado el panel de catación, se comenzó con las pruebas de catación, para esto se prepararon muestras de las replicas de cada tratamiento, que fueron presentadas en el siguiente orden:

La primera réplica, fue presentada el 30 de Septiembre de 1998

La segunda réplica, fue presentada el 1 de Septiembre de 1998

La tercera réplica, fue presentada el 2 de Octubre de 1998

En cada plato entregado para la degustación (previamente codificado), se puso 2 – 3 rodajas de queso, para que se mida la consistencia; para las categorías sensoriales restantes: color, aroma, sabor y elasticidad, se les entregó una galleta insípida con el queso derretido en un microondas con tiempo definido (15 seg). Adicionalmente, en la hoja de evaluación se colocó una categoría más que fue calidad total, la cual se tenía que definir globalizando las características antes mencionadas. A cada panelista se le entregó una hoja (Anexo 1) para que desarrolle su análisis sensorial.

La codificación utilizada fue la siguiente:

83, para el queso elaborado a partir de *Streptococcus thermophilus* + *Lactobacillus bulgaricus*.

68, para el queso elaborado a partir de (*Streptococcus thermophilus* + *Lactobacillus bulgaricus*) y *Lactococcus lactis*.

30, para el queso elaborado a partir de ácido cítrico.

57, para el queso elaborado a partir de *Lactococcus lactis* (Zamorella).

Estas numeraciones fueron cambiadas cada día que se elaboró el panel, procurando que no se repitiera el número seleccionado con el tratamiento expuesto el día anterior, para prevenir que se memorizaran las respuestas.

3.7 ANÁLISIS QUÍMICO-PROXIMAL

El análisis químico-proximal, se lo realizó en el Laboratorio de Nutrición Animal de la Escuela Agrícola Panamericana, donde se determinó la calidad nutritiva presente en el

queso obtenido a través del análisis químico; para esto se utilizarán las muestras tomadas una vez terminado el proceso. Se caracterizó:

- Humedad.- deshidratación a 105°C (AOAC,1990)
- Proteína cruda.- (N*6.25) Kjeldahl (AOAC,1990)
- Grasa.- Método de Babcock.
- NaCl – Titulación.

Para cada repetición se extrajo una muestra, que fue homogenizada con las demás del tratamiento, con el fin de obtener una muestra representativa de cada tratamiento.

Cabe resaltar que se realizó un análisis diferencial entre el queso Zamorella elaborado a partir del método tradicional en la Planta de Lácteos y los quesos Mozzarella elaborados a partir de métodos rápidos de elaboración.

3.8 ANALISIS ECONOMICO

3.8.1 Análisis de Costos

Una vez obtenido el óptimo tratamiento o a su vez el procedimiento que más nos acerque al queso Mozzarella original, se realizó el análisis de costos de cada tratamiento, los gastos y la utilidad, asumiendo el precio de transferencia que actualmente utiliza la Planta para queso Zamorella, permitiendo determinar la rentabilidad sobre los costos y sobre las ventas.

A partir de los costos y gastos totales, se determinó el precio de venta del producto a través de la rentabilidad fijada por la Planta que es del 25%. Adicionalmente, se analizó el punto de equilibrio, donde se determinó la cantidad mínima de equilibrio y el precio mínimo de equilibrio, al que la Planta debe elaborar y vender el producto.

3.8.2 Análisis de presupuestos parciales

Para el análisis económico se utilizó la metodología de presupuestos parciales desarrollada por el CIMMYT (CIMMYT, 1988). Esta metodología permite la evaluación de nuevas tecnologías en base a los rendimientos y al incremento y/o disminución de costos y beneficios netos.

Esta metodología comprende:

1. Elaboración de presupuestos parciales, para determinar los beneficios y costos que varían o diferenciales de cada tratamiento. Para esto se utilizó los rendimientos medios (Cuadro. 8) dados por el análisis estadístico. El precio de transferencia del

queso Zamorela por parte de la Planta, fue considerado como precio de campo del producto.

Los costos diferenciales, que son aquellos costos relacionados con los insumos utilizados, la mano de obra, que varían de un tratamiento al otro (CIMMYT, 1988). Estos fueron los siguientes:

- Costos totales de Materia Prima
- Costos totales de Mano de Obra.

Los costos comunes, que son los costos que no varían en el proceso de elaboración del queso, por esta razón no se consideraron para realizar este análisis de presupuesto parcial.

2. Análisis de dominancia de los resultados promedios, para esto se ordenaron los tratamientos en orden ascendente según los costos diferenciales que presentaron los tratamientos, si los márgenes de contribución para pagar los costos fijos no incrementaban se consideraron tratamientos dominados, los cuales fueron eliminados.
3. Análisis marginal, en el cual se evalúan las alternativas dominantes basándose en la relación entre el incremento de los márgenes de contribución para pagar los costos fijos y el incremento de los costos, al adoptar otra alternativa. Se expresa mediante la tasa de retorno marginal (TRM).
4. Análisis de Sensibilidad, se analiza según el rendimientos mas bajo de las repeticiones, junto con el 10% de reducción del precio para el escenario pesimista; para el escenario optimista, se tomó el rendimiento mas alto de las repeticiones, junto con el 10% de aumento al precio de venta.

3.9 DISEÑO EXPERIMENTAL

Se usó un diseño Completamente al Azar con cuatro tratamientos y tres repeticiones.

3.10 ANALISIS ESTADISTICO

Se utilizó el paquete "Statistical Analysis System" (SAS® versión 6.4), utilizando el procedimiento GLM (Modelo Lineal General). En el análisis de varianza se determinó la significancia de los tratamientos a una probabilidad menor a 0.05 dentro de los tratamientos. Este sistema se utilizó para determinar la variación dentro de las variables sensoriales y rendimiento. Para los casos donde se encontró significancias, se utilizó la prueba de Tukey con una significancia menor de 0.05 para la separación de medias.

Para las variables de composición química - proximal se utilizó un análisis comparativo, donde se recogieron muestras de cada repetición, las cuales fueron homogenizadas antes de comenzar con la caracterización. Este mismo método se realizó en cada tratamiento, por la falta de presupuestos para realizar los análisis. Por lo que los resultados obtenidos

son una representación de las repeticiones conformando el tratamiento. La comparación se realizó entre los tratamientos.

9. **Desuerado de la cuajada.** Empujar la cuajada hasta la parte superior de la quesera y drenar todo el suero. Cortar la cuajada formando bloques o cubos de 20 cm. para facilitar el desuerado. Para los tratamientos con cultivos este corte de la cuajada sirve para el período de fermentación de la masa.
10. **Fermentación.** Esta etapa es específica para los tratamientos con adición de cultivos, cada 15-20 min dar vuelta la cuajada por 1 – 2 horas hasta que el pH llegue a 5.2, manteniendo la temperatura de 40 – 42°C.
11. **Cortado y mezclado de la masa.** Cuando la masa está fermentada (pH 5.2), realizar la prueba de elasticidad, sometiendo un pedazo de cuajada en agua caliente (74°C). Cortar la masa en bloques de 2cm x 2cm. y introducir agua a temperatura de 72 - 74°C (170°F), asegurar que la temperatura dentro de la masa esté en 60°C
12. **Moldeado e hilado de la masa.** Mezclar la cuajada utilizando una pala de madera hasta que se obtenga un buen estiramiento y brillo por 15 min. Quitar el agua caliente y comenzar a amasar o estirar la cuajada hasta que el centro tenga la misma textura y brillo que en la superficie.
13. **Salado.** Añadir 1.5% de sal con respecto a la cantidad de cuajada obtenida. Para los tratamientos con cultivos, se definió que se debe utilizar una salmuera de 23%. Introducir en los moldes de madera que posee la planta de manera uniforme, y dejar que se ligue en el cuarto frío # 1, hasta que esté listo para la venta.

4.2 ASPECTOS TECNICOS RELEVANTES

Para mejorar la productividad, disminuir los costos y elaborar un producto más estandarizado, idóneo desde el punto de vista microbiológico y que atienda los requisitos y exigencias de este nuevo mercado, en lo que se refiere a la tecnología de fabricación, es sumamente importante que se controlen varios parámetros relacionados con el crecimiento y actividad de los cultivos lácticos y cantidad de ácido cítrico.

Como podemos observar en los Cuadro 3 y 4, la variación de la cantidad de cultivo tiene influencia directa sobre el tiempo de acidificación de la leche, sobre la fermentación de la masa por parte de las bacterias una vez desuerada la masa, y en general, sobre el tiempo de proceso de elaboración del queso.

Junto con la variación de la cantidad de los cultivos, el tiempo de preacidificación por parte de las bacterias en la leche, afecta el proceso de elaboración al obtener un producto que no cumple con las características de elasticidad propias de un Mozzarella, como podemos observar en las primeras tandas de los Cuadros 3 y 4.

Por esto se encontró que junto con la adición de los fermentos a la leche se debe mantener una posterior acidificación por parte de los cultivos, por un tiempo no menor de 30-45 min debido a que tiempos de acidificación mayores, afectan la calidad de la masa,

al obtener un coágulo menos elástico, con mayores pérdidas de grasa y proteína en el suero.

Por otra parte, tiempos de acidificación de la leche más cortos producen un incremento en el tiempo de fermentación de la masa por parte de los microorganismos al convertir la lactosa a ácido láctico y su consiguiente reducción del pH, incrementando costos adicionales provocados por alargamiento del proceso de producción.

El momento ideal para agregar el cuajo a la leche es cuando se ha dejado el cultivo en reposo por lo menos 30 – 45 min pero es recomendable verificar el incremento de la ATECAL en 0.02 %.

A partir de establecer las cantidades óptimas de los cultivos a utilizar, se obtuvieron curvas de acidificación que explican la variación del pH registrada en diversas etapas de elaboración del queso Mozzarella, por parte de las bacterias responsables del proceso de acidificación y de adición de ácido cítrico (Figuras 1,2 y 3).

La regularidad de la curva de acidificación, contribuye efectivamente en la garantía de normalidad del flujo de trabajo y en la eliminación de eventuales costos adicionales en la producción, provocados por variaciones de actividad del fermento propagado, que pueden apresurar o retrasar el punto de hilado.

Un descontrol de la curva de acidificación influye directamente sobre la productividad, debida a la disminución del rendimiento, por la acidificación más lenta o más rápida, o por la fermentación excesiva de la masa, y sobre los costos de fabricación, ya que se incurre en costos adicionales, tales como el pago de horas extras a los trabajadores y desperdicio de energía por la caldera.

A continuación en los Cuadros 3 y 4, se definen las diferentes corridas efectuadas al variar las cantidades de cultivos a utilizar y tiempos de preacidificación, cada tanda fue realizada a partir de 200 litros de leche utilizando la quesera de 200 litros de capacidad.

Cabe mencionar que en el Cuadros 3 y 4, las primeras tandas (1 – 5), tenían como objetivo principal familiarizarme con el proceso y ayudar a determinar la mejor formulación, es por esto, que según literatura se debe dejar reposar las bacterias por 10 – 15 min después de haber agregado el cultivo, pero con las bacterias utilizadas se comprobó que se debe dejar más tiempo para que las bacterias se desarrollen y incrementen la acidez en 0,02%.

Este incremento confirma que las bacterias están activas y en pleno desarrollo, sino se presenta este incremento, causa un retraso en la etapa de fermentación por parte de las bacterias en la cuajada, aumentando los costos, presentando problemas de elasticidad en el hilado y reduciendo el rendimiento del producto.

4.2.1 Acidificación por medio del tratamiento con las bacterias: *S. thermophilus* + *L. bulgaricus*.

Como podemos apreciar en el Cuadro 3, las cantidades de cultivo a utilizar en este tratamiento es de **750 ml por litro de leche**, lo que equivale a **0.75 %** de cultivo con relación a la leche a utilizar. Esta cantidad de cultivo debe ir acompañado de una tiempo de preacidificación que varió de 40 – 45 min después de agregar el cultivo a la leche.

Cuadro 3. Resultados obtenidos a través del tratamiento con la adición de las bacterias: *S. thermophilus* + *L. bulgaricus*.

Tanda* Número	Grasa %	ATECAL Leche %	Cantidad Cultivo ml	ATECAL Cultivo %	Tiempo de Pre- Acidificación min	ATECAL Leche Final %	pH	Elasticidad	Rend. %	Tiempo del Proceso (hrs)
1	3	0.14	2600	0.72	10	0.15	5.09	Mala	8.4	5.9
2	3	0.16	2400	0.73	10	0.17	5.13	Mala	8.3	5.8
3	3	0.16	2200	0.80	15	0.17	5.2	Mala	8.4	5.5
4	3	0.15	2000	0.82	10	0.16	5.25	Mala	8.5	5.5
5	2	0.13	1800	0.90	15	0.14	5.03	Mala	8.5	5.25
6	2	0.16	1600	0.72	30	0.18	5.16	Regular	8.8	5.0
7	2	0.15	1500	0.72	43	0.17	5.19	Buena	9.0	4.9
8	2	0.16	1500	0.76	45	0.18	5.2	Buena	9.1	4.8
9	2	0.15	1500	0.80	40	0.17	5.21	Buena	9.0	4.9

* Tandas de 200 litros.

En este período se presentó el incremento en la acidez titulable expresada como ácido láctico (ATECAL) de 0.02 %. El incremento en la ATECAL, hizo que se reduzca el tiempo de proceso a aproximadamente 4.9 horas desde el momento en que se agregó el cultivo (Cuadro 3).

La cantidad de cultivo junto con el período de preacidificación, fue la que presentó las mejores características de elasticidad al agregar el agua caliente a la masa, con relación a las demás tandas realizadas, además que redujo el tiempo de proceso e incrementó el rendimiento obtenido al final de la producción, tal como se puede observar en las tandas 7, 8 y 9 del Cuadro 3, por lo que se definió como repeticiones para los análisis posteriores.

4.2.1.1 Curva de acidificación por medio del tratamiento con las bacterias: *S. thermophilus* + *L. bulgaricus*. La Figura 1, muestra que generalmente la leche al llegar a la planta presenta valores entre 0.14 y 0.17% de ATECAL, con un pH de 6.67.

Luego de someter la leche a pasteurización se agrega el cultivo láctico, el cual se deja reposar 40 - 45 min, en este período la curva de acidificación sufre una reducción del pH a 6.64 debido al crecimiento y multiplicación de las bacterias en la leche.

Luego al pasar por el período de coagulación, se ve una reducción del pH hasta 6.46, ya que el suero sirve como medio de acidificación para la cuajada. Esta permanece en el suero a una temperatura y tiempo favorable para expulsar la mayor cantidad de suero, además de fomentar una fermentación más rápida por parte de las bacterias.

Después de realizar el desuerado quedando la masa con un pH de 6.4, esta masa se mantiene a la temperatura de 42°C para que continúe la pérdida del suero y acidificación de la masa logrando una reducción del pH a 5.20, al pasar cinco horas desde el momento en que se agrego el fermento.

Es esta la etapa donde se reduce drásticamente el pH de la masa, esto se debe a que comienza la etapa de fermentación de la cuajada, donde las bacterias convierten la lactosa a ácido láctico. Este pH es el ideal para proceder al hilado, ya que la masa acidificada presenta elasticidad al ser sometida en agua a 72°C.

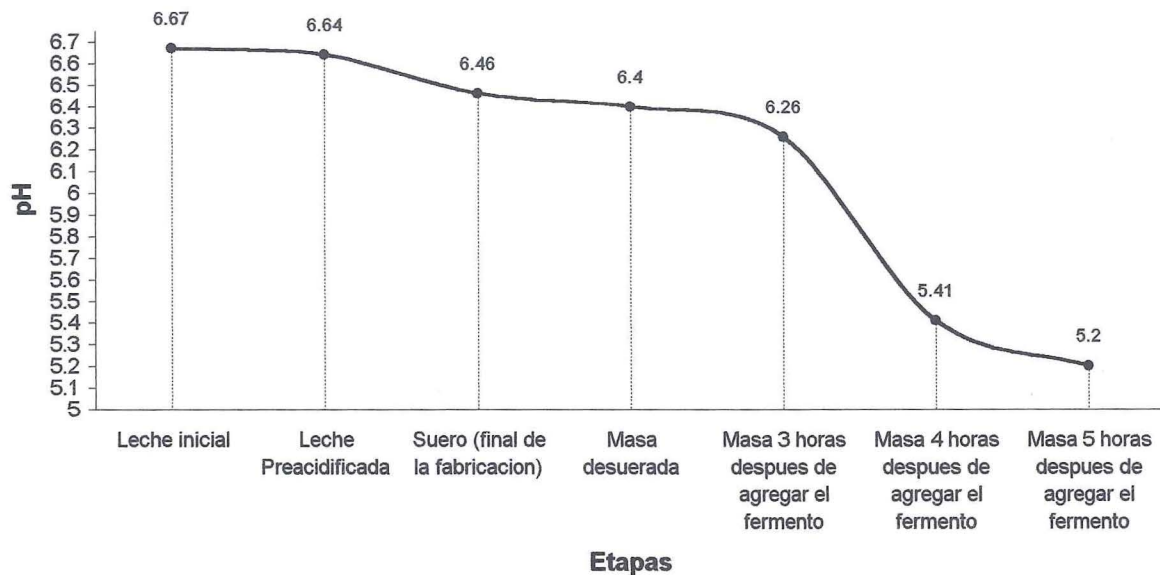


Figura 1. Curva de acidificación regular por parte de las bacterias: *S. thermophilus* + *L. bulgaricus*

4.2.2 Acidificación por medio del tratamiento con las bacterias: *S. thermophilus* + *L. bulgaricus* y *L. lactis*.

El objetivo de combinar estos cultivos en la leche, es de reducir el tiempo de preacidificación por parte de las bacterias, para esto se utilizó dos cultivos diferentes, el uno que está compuesto por bacterias termófilas y el otro por bacteria mesófilas. Estas últimas tienen como objetivo reducir el tiempo de preacidificación, ya que en el proceso de cocinado donde se eleva la temperatura hasta 42°C inhibe el crecimiento de este tipo

de bacterias, quedando para la etapa de fermentación las bacterias termófilas, responsables de la acidificación de la masa y su consiguiente reducción en el pH.

Cuadro 4. Resultados obtenidos a través del tratamiento con la adición de las bacterias: *S. thermophilus* + *L. bulgaricus* y *L. lactis*

Tanda* Número	Grasa %	ATECAL Leche %	Cantidad Cultivo Yogurth ml	Cantidad Cultivo Láctico ml	ATECAL Cultivo Yogurth %	ATECAL Cultivo Láctico %	Tiempo de Pre- Acidificación Min	ATECAL Leche antes de cuajar %	PH	Elast.	Rend %	Tiempo del Proceso (hrs)
1	3	0.16	2600	2600	0.82	0.90	10	0.17	5.05	Mala	8.4	4.30
2	3	0.14	2400	2400	0.83	0.91	10	0.15	5.15	Mala	8.5	4.45
3	3	0.15	2200	2200	0.90	0.90	10	0.16	5.15	Mala	8.4	4.45
4	3	0.16	2000	2000	0.72	0.84	10	0.17	5.19	Mala	8.6	4.35
5	2	0.16	1800	1800	0.76	0.87	15	0.17	5.25	Mala	8.7	4.35
6	2	0.13	1600	1600	0.78	0.87	25	0.15	5.21	Regular	8.9	4.0
7	2	0.16	1500	1500	0.78	0.89	35	0.18	5.18	Buena	9.1	3.8
8	2	0.15	1500	1500	0.80	0.91	38	0.17	5.22	Buena	9.0	3.9
9	2	0.15	1500	1500	0.83	0.91	39	0.17	5.20	Buena	9.0	3.8

* Tandas de 200 L.

Como se puede apreciar en el Cuadro 4, se definió que las cantidades de cultivo con las bacterias: *S. thermophilus* + *L. bulgaricus* que deben ser añadidas a la leche debe ser de 750 ml por litro de leche, lo que equivale a 0.75 % de cultivo con relación a la leche a utilizar. Para el cultivo: *L. lactis*, se debe agregar la misma cantidad del cultivo anterior ya que el Cuadro 4 muestra que fue la mejor combinación de cultivo de yogurth y láctico.

Luego de agregar los cultivos, se debe dejar un tiempo de preacidificación que varió de 35 – 39 min después de agregar los cultivo a la leche. En este período se presentó el incremento en la acidez titulable (ATECAL) de 0.02 %. Este incremento en la ATECAL, redujo el tiempo de proceso a aproximadamente 3.9 horas (Cuadro 4).

Las cantidades antes expuestas más el período de preacidificación, hizo que presente las mejores características de elasticidad. En las tandas 7,8 y 9 del Cuadro 4 redujo el tiempo de proceso e incrementó el rendimiento obtenido al final de la producción, éstas tandas fueron las que se escogieron como repeticiones para los análisis posteriores.

4.2.2.1 Curva de acidificación por medio del tratamiento con las bacterias: *S. thermophilus* + *L. bulgaricus* y *L. lactis*. En la Figura 2, se puede apreciar que la leche que recibe la planta llega con un pH de 6.6. Posterior a agregar los cultivos, se puede apreciar el descenso en el pH hasta 6.5 por efecto de la preacidificación de las bacterias.

Al momento de la formación del coágulo, se obtuvo una reducción del pH a 6.39, luego de calentar y llegar a la temperatura de 42°C donde la mayoría de las bacterias mesófilas fueron inhibidas por el efecto de la temperatura, se procedió al desuerado, quedando la masa con un pH de 6.31 donde empieza una acidificación rápida de manera que en 3 horas a partir de haber adicionado los cultivos se obtiene una masa con un pH de 6.13.

Al cumplirse cuatro horas, se da una caída significativa en el pH hasta 5.19, por efecto de la fermentación de la masa por parte de las bacterias termófilas, las cuales se encuentran a la temperatura óptima para su desarrollo en convertir la lactosa en ácido láctico, logrando el mayor descenso de la curva, llegando a la acidez ideal para proceder al hilado de la masa, viéndose una buena elasticidad y consistencia en la masa hilada.

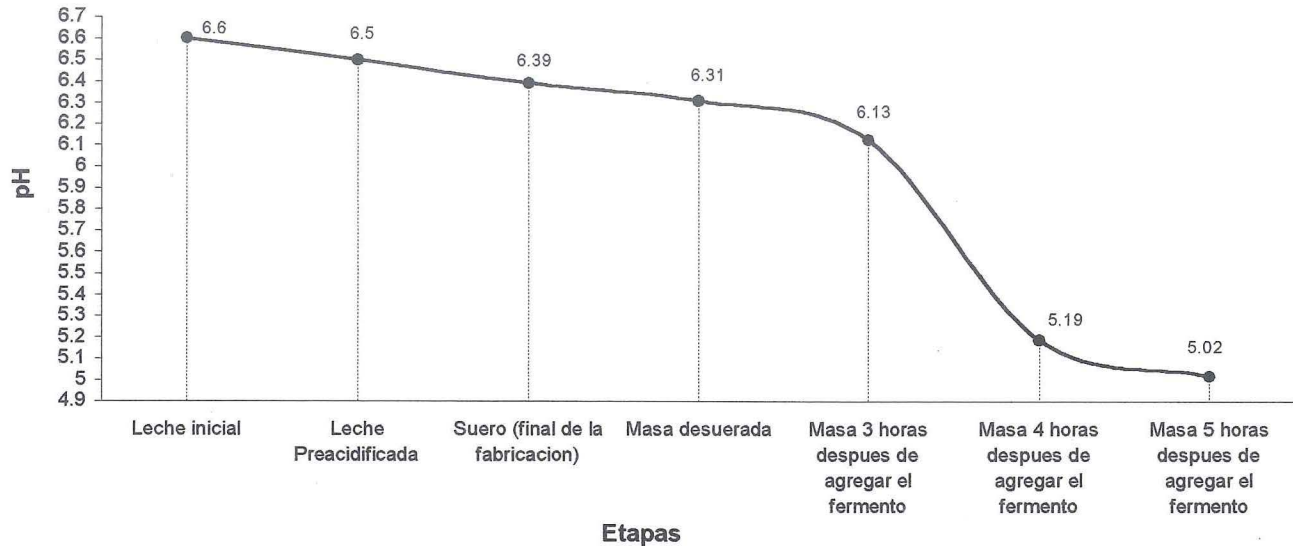


Figura 2. Curva de acidificación regular por parte de las bacterias: *S. thermophilus* +*L. bulgaricus* y *L. lactis*

4.2.3 Acidificación por medio de ácido cítrico

El proceso de adición de ácido cítrico a la leche tiene como objetivo el reducir el pH a niveles óptimos para el hilado de la masa. El proceso de coagulación se realiza por métodos enzimáticos al añadir el cuajo.

Cuadro 5. Resultados obtenidos a través del tratamiento con la adición de ácido cítrico.

Tanda Número	Grasa %	ATECAL Leche %	Cantidad Ácido cítrico (g)	PH de la leche	Tiempo de coagulación min	PH de la masa	Elast.	Rend (%)	Tiempo del Proceso (hrs)
1	2	0.16	350	5.6	3	5.19	Buena	9.7	2.5
2	2	0.15	350	5.6	8	5.20	Buena	9.3	2.6
3	2	0.16	350	5.6	5	5.20	Buena	9.5	2.4

*Tandas de 200 l.

El momento en que se adiciona el ácido cítrico, es cuando la leche a sido pasteurizada. La adición de ácido cítrico, necesita que la leche tenga una temperatura de 4°C, para evitar que llegue al punto isoeléctrico de las proteínas y se produzca una precipitación de éstas en la leche por agregar el ácido.

Luego de varias repeticiones se definió que la cantidad de ácido en solución al 50% que se va a utilizar en la leche es de **1.75 gr por cada litro de leche**. Hay que tener presente que al introducir esta cantidad de ácido el pH de la leche debe llegar a 5.6, para posteriormente, al añadir el cuajo y se dé la coagulación, los niveles de pH se reduzcan a 5.2 en la cuajada y esté lista para que adquiera las características de estiramiento (Cuadro 5).

Los niveles de acidez presentes en la leche por parte de la adición del ácido, influyen directamente en el tiempo de coagulación de la masa, los cuales se reducen a aproximadamente 3-8 min (Cuadro 5). Esta disminución del tiempo de coagulación, sumada a que este proceso no necesita una etapa de fermentación por parte de los cultivos, sino que el pH óptimo para el hilado se consigue al añadir el ácido cítrico a la leche, causa que se realice todo el proceso de elaboración del queso en aproximadamente en 2.5 horas, siendo este el tratamiento en que menor tiempo se obtiene el queso.

Hay que asegurarse de que la leche llegue a un pH de 5.6, puesto que a pH mayores, no se consigue que la masa quede lo suficientemente acidificada para realizar el hilado. Por otra parte, si la leche tiene un pH menor, causa que se precipite la caseína formándose un coagulo muy fino, con baja elasticidad, grumoso, afectando el rendimiento del producto final. Además, que se obtiene un queso que no cumple con las características propias de un Mozzarella original.

4.2.3.1 Curva de acidificación por medio del tratamiento con adición de ácido cítrico. La curva de acidificación (Figura 3), muestra la leche al llegar a la planta tiene un pH de 6.6. Al someter la leche a pasteurización, se enfría hasta una temperatura de 4°C, donde es agregado el ácido cítrico, causando la reducción del pH a 5.6.

El pasar por el período de coagulación enzimática, se puede apreciar en el Figura 3, que el pH se reduce a 5.2 una vez desuerada la masa, debido a la coagulación y precipitación de las proteínas, las cuales atrapan el ácido y lo concentran, causando la reducción del pH hasta niveles óptimos para hilar.

El tiempo final del proceso es de 2.5 horas hasta obtener el producto final, siendo este el tratamiento que en menor tiempo de elaboración se obtiene el queso.

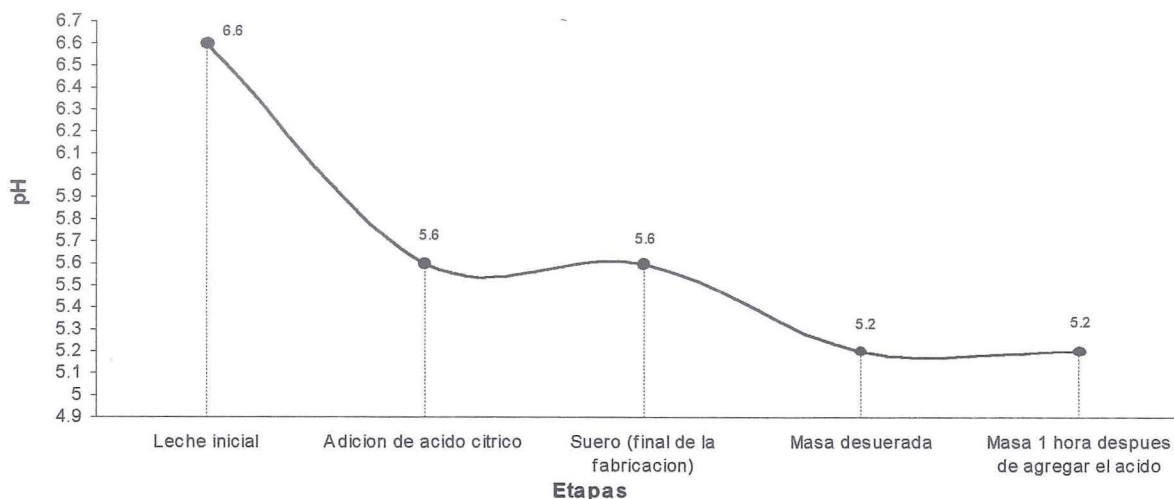


Figura 3. Curva de acidificación regular por medio del tratamiento con adición de ácido cítrico

4.3 ANALISIS QUIMICO-PROXIMAL

El contenido de humedad varía entre los tratamientos. Esta variación se debe a que los tratamientos: TCC, TCCL y TC, requieren de una fermentación por parte de las bacterias las que necesitan de una temperatura de 41°C por un tiempo que varía de 4-6 horas después de añadidos los cultivos a la leche, para dar una consistencia al coágulo. La fermentación a esta temperatura causa una reducción significativa en el contenido de humedad, comprometiendo la consistencia y el rendimiento del producto final.

El tratamiento con ácido cítrico (TCA), es el que se diferencia de todos los demás tratamientos siendo el que presenta el mayor contenido de humedad, debido a que no requiere de una etapa de fermentación, el nivel de acidificación necesario para el hilado lo obtiene en el momento de agregar el ácido cítrico a la leche. Este incremento en la humedad se refleja directamente en el incremento en el rendimiento del queso, además presenta una mejor consistencia en comparación a los otros tratamientos.

EL contenido de grasa no varió entre los tratamientos, esto se debe a que con el fin de no introducir más variables al proceso, se estandarizó el porcentaje de grasa de la leche inicial a 2%.

El contenido de proteína varió entre los diferentes tratamientos, esta variación se debe a las cantidades de humedad, ya que el incremento reduce el contenido de sólidos totales, siendo la proteína parte de estos. Los resultados de la Cuadro 7, muestran la variación de la proteína entre los tratamientos en base a materia seca.

Cuadro 6. Resultados obtenidos del análisis químico – proximal.

Tratamiento	Humedad	Grasa %	Proteína	NaCl2
TCA	52.90	11.55	24.95	2.47
TCC	47.94	11.38	25.69	1.11
TCCL	48.21	11.34	25.74	0.98
TC	48.70	11.76	23.82	4.49

TCA = Tratamiento con ácido cítrico

TCC = Tratamiento con cultivo de yogurth

TCCL = Tratamiento con cultivo de yogurth y láctico

TC = Tratamiento control

Cuadro 7. Resultados obtenidos del análisis químico – proximal en base a materia seca.

Tratamiento	Materia seca	Grasa %	Proteína
TCA	47.1	24.52	52.97
TCC	52.06	21.86	49.35
TCCL	51.79	21.89	49.70
TC	51.3	22.92	46.43

TCA = Tratamiento con ácido cítrico

TCC = Tratamiento con cultivo de yogurth

TCCL = Tratamiento con cultivo de yogurth y láctico

TC = Tratamiento control

La cantidad de sal varió considerablemente en todos los tratamientos, esto se debe a que en el momento de añadir la sal a la cuajada en los tratamientos TCC y TCCL, causó que la masa se desuere, perdiendo grasa y la sal añadida no se pudo incorporar a la masa.

Debido a las características que el mercado exige, el sabor no tiene mucha importancia debido a que el queso Mozzarella va acompañado con otro tipo de queso que le imparte el sabor como son los quesos Parmesano y Brick.

Para el caso del tratamiento TCA, por tener una buena consistencia, se lo puede orientar hacia el mercado de las comidas rápidas y/o a su vez hacia otro tipo de mercado, como por ejemplo el casero donde el queso lo utilizan para otros fines que no sea derretido en pizzas.

4.4 VARIACIÓN DEL RENDIMIENTO

De acuerdo al modelo estadístico se encontraron diferencias significativas en el rendimiento debido en un 90% a los diferentes tratamientos. En el Cuadro 8 se puede

apreciar que el tratamiento con ácido cítrico es el que difiere de los demás tratamientos, siendo el de mayor rendimiento, esto se debe a que este tratamiento no tiene una etapa de fermentación por parte de los cultivos, donde la masa se exponga a una temperatura y tiempo que cause la reducción de la humedad, afectando el rendimiento de los quesos.

Cuadro 8. Medias del rendimiento de los métodos de acidificación.

Tratamiento	Rendimiento
TCA	9.50 a
TCC	9.03 b
TCCL	9.03 b
TC	8.83 b
CV (%)	1.27
R ²	0.90

***Letras iguales no existe diferencias significativas**

TCA = Tratamiento con ácido cítrico

TCC = Tratamiento con cultivo de yogurth

TCCL = Tratamiento con cultivo de yogurth y láctico

TC = Tratamiento control

CV = Coeficiente de variación

R² = Regresión

Este incremento en la humedad en el tratamiento con ácido cítrico, produce incremento en el rendimiento del queso, sin cambiar considerablemente la consistencia del producto final. En el Cuadro 6 del análisis químico-proximal, se puede observar que es el tratamiento que presenta mayor humedad.

En el Cuadro 8, se puede apreciar que los rendimientos de los tratamientos con cultivo láctico, con cultivo de yogurth + cultivo láctico y el control son similares, y tienen porcentajes que van de 8.83 a 9.03 %. Como se discutió anteriormente, esto se debe a la exposición a la temperatura y tiempo de fermentación de la masa necesaria para que llegue a la etapa de hilado.

4.5 ANALISIS SENSORIAL

No se encontró diferencias significativas para las variables color, aroma, elasticidad y calidad total.

En cuanto al sabor, se encontró que existen diferencias altamente significativas debidas al catador y a los tratamientos, al realizar la prueba de Tukey con un nivel de significancia de 0,05 se encontró que el sabor del tratamiento con ácido cítrico es similar a todos los demás tratamientos, mientras que el control presenta diferencias entre el tratamiento con cultivo láctico y el tratamiento con cultivo láctico + cultivo de yoghurt.

Cuadro 9. Medias de los resultados del análisis sensorial.

Tratamiento	Color		Sabor		Aroma		Consistencia		Calidad Total	
TCA	3.27	a	3.46	ab	3.25	a	3.23	b	3.94	a
TCC	3.15	a	3.02	b	3.15	a	3.92	a	3.50	a
TCCL	3.50	a	3.31	b	3.35	a	2.85	c	3.88	a
TC	3.19	a	3.91	a	3.44	a	1.83	d	3.92	a
CV (%)	20.96		25.33		25.51		22.50		22.51	
R ²	0.20		0.62		0.45		0.60		0.41	

*** Letras iguales no presenta diferencias significativas**

TCA = Tratamiento con ácido cítrico

TCC = Tratamiento con cultivo de yogurth

TCCL = Tratamiento con cultivo de yogurth y láctico

TC = Tratamiento control

CV = Coeficiente de variación

R² = Regresión

Dentro de las calificaciones en el sabor, el que mayor apreciación tuvo fue el tratamiento control que es de 3.9, que equivale a bueno (Anexo 1), mientras que los demás tratamientos obtuvieron valores entre 3.02 y 3.31 que equivale a regular (Anexo 1), esta disminución en la calificación del sabor se debe al contenido de sal que posee cada tratamiento (Cuadro 6), teniendo un contenido alto de sal el tratamiento control, mientras que los tratamiento con cultivo láctico y con cultivo láctico + cultivo de yoghurt presentaron bajos contenidos de sal por la razón antes expuesta que en el momento de añadir la sal no se incorporó en la masa de los tratamientos TCC y TCCL, lo cual influyó en la comparación entre el sabor de los quesos, basándose en que el mejor tratamiento fue el que mayor contenido de sal tenía.

Para la consistencia del queso, se encontró diferencias altamente significativas atribuidas a los tratamientos, en la prueba de Tukey a una significancia de 0,05, se comprobó las diferencias entre todos los tratamientos (Cuadro 9).

Esta variación se debe a la cantidad de humedad presente en cada queso, esto lo podemos observar en el Cuadro 6, donde se presenta los contenidos de humedad de los quesos. Se puede apreciar que a medida que se incrementa la humedad la consistencia es más blanda, por el contrario si se reduce el contenido de humedad compromete la consistencia del queso haciéndolo mas duro.

La consistencia del queso es de suma importancia por la razón de que un queso con una consistencia suave como el tratamiento control (TC), se puede orientar al mercado local, mientras que el mercado de pizzerías requieren de una consistencia dura, debido a que el producto es molido para reducir el tamaño para una mejor dispersión dentro de la pizza.

Con una consistencia suave como el tratamiento control, al momento de ser molido se pierde considerablemente el queso, por lo que no es aceptado por el mercado de comidas

rápidas.

En la elasticidad se encontraron diferencias altamente significativas debido a los catadores, esto se puede deber a la apreciación personal de cada uno de los catadores sobre el queso cuando estaba caliente, cabe resaltar que para conseguir la apreciación de la elasticidad presente en cada uno de los tratamientos, se derritieron los quesos con la ayuda de un microondas donde se controló el tiempo de exposición del queso a las temperaturas alcanzadas, anteriormente se utilizó un horno pero presentó dificultad en el control de la temperatura y el tiempo de exposición, por lo que se decidió utilizar el microondas.

Este método tal vez no sea el mejor, pero fue el que más se adapta a la realidad de modo de consumo para realizar la evaluación de la elasticidad. Esto influyó en la apreciación personal de los catadores sobre la elasticidad que presentaron los diferentes quesos.

En general todos los tratamientos se encuentran dentro de un rango de 3.65 – 4.10 esto equivale a bueno (Anexo 1), por lo que todos los tratamientos tienen buenas cualidades de estiramiento.

La calidad total del queso en sus diferentes tratamientos, presenta también diferencias altamente significativas atribuidas a los catadores y a los tratamientos, en la prueba de Tukey a una significancia de 0.05, se observó que no existen diferencias entre los tratamientos, por lo que todos los quesos elaborados a partir de los diferentes métodos de acidificación, presentan una calidad que se categoriza como buena (Anexo 1), la calidad fue medida en relación a las demás variables cualitativas descritas anteriormente.

4.6 ANALISIS ECONOMICO

A través de un análisis detallado de costos (Anexos 2,3,4 y 5), se obtuvieron los costos que varían para todos los tratamientos.

Entre los costos diferenciales se consideraron los costos totales de mano de obra y los costos totales de materias primas.

Para realizar este análisis los costos comunes no fueron considerados, por la razón de que estos no varían en cada repetición.

Se evaluó la conveniencia de la adopción de tratamientos con ingreso neto superior empleando la metodología de análisis marginal propuesta por el CIMMYT para la formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos. La dominancia se efectuó en dos etapas:

- Análisis de dominancia de los tratamientos.
- Análisis marginal de los tratamientos dominantes.

Con el fin de evaluar el riesgo de adopción de las alternativas, se plantearon tres combinaciones de rendimientos y precio de venta (escenarios) basados en valores promedios de los rendimientos y precios de transferencia registrados en la Planta de Lácteos de la Escuela Agrícola Panamericana.

1) Escenario I (Optimista): se tomó el mejor rendimientos de las repeticiones, con un aumento de 10% en el precio registrado durante el periodo de Agosto – Noviembre de 1998.

2) Escenario II (Esperado): promedio de los valores de rendimiento y precio registrados durante el periodo de Agosto – Noviembre de 1998.

3) Escenario III (Pesimista): se tomó el peor de los rendimientos mínimos de las repeticiones, con una disminución de 10% en el precio registrado durante el periodo de Agosto – Noviembre de 1998.

4.6.1 Análisis de Sensibilidad

Para dicho análisis se evaluaron los tratamientos en tres escenarios distintos (optimista, promedio y pesimista) basados en tres niveles de precios (Cuadro 9).

Cuadro 10. Escenarios en el análisis económico: promedios de rendimiento, precio e ingreso bruto esperados y probabilidad máxima de ocurrencia de valores iguales o extremos (mayores para el escenario I y menores para el escenario II).

Escenario	Rendimiento (Kg / 1000 l leche)				Precio Lps/Kg	Ingresos Brutos (Lps/1000 l leche)			
	TCA	TCC	TCCL	TC		TCA	TCC	TCCL	TC
I – Optimista	97.00	91.00	91.00	89.00	27.78	2694.18	2527.53	2527.53	2471.98
II – Esperado	95.00	90.33	90.33	88.00	25.25	2398.75	2280.83	2280.83	2222.00
III – Pesimista	93.00	90.00	90.00	88.00	22.73	2113.43	2045.25	2045.25	1999.80

TCA = Tratamiento con ácido cítrico

TCC = Tratamiento con cultivo de yogurth

TCCL = Tratamiento con cultivo de yogurth y láctico

TC = Tratamiento control

4.6.1.1 Dominancia. Los resultados económicos de los tratamientos para los tres escenarios planteados se detallan en los Anexos 6, 7 y 8. Para los tres escenarios el tratamiento dominante fue el tratamiento con adición de ácido cítrico (TCA).

4.6.1.2 Evaluación. En el Anexo 6, se detalla que el tratamiento dominante fue el TCA, ninguno de los otros tratamientos mostró dominancia, debido a que el TCA es el tratamiento que tiene menos costos que varían y es el que mayor beneficio neto presenta.

Como podemos apreciar en el Anexo 6, se puede observar que el tratamiento con ácido cítrico (TCA) es el que presenta mayor costo en cuanto al método de acidificación (ácido cítrico), con respecto a los otros tratamientos. La diferencia fundamental está en la reducción de horas aplicadas de mano de obra para el tratamiento TCA, en comparación con el tratamiento control que es el que presenta la mayor cantidad de horas de mano de obra, incrementando el costo total diferencial.

En los Anexos 6, 7 y 8 se definió que para cualquiera de los escenarios, el mejor tratamiento es el de adición de ácido cítrico, siendo este el que dominó a todos los otros tratamientos por presentar menor costo diferencial y mayor beneficio neto.

En el peor de los escenarios (pesimista), el beneficio neto se reduce en un 11% con respecto al escenario esperado. Para el escenario (optimista), el beneficio neto se incrementa en un 16% con respecto al escenario esperado.

Se puede concluir que en el peor y mejor de los casos, el tratamiento con adición de ácido cítrico es el tratamiento que mayor beneficio presenta.

5. CONCLUSIONES

El sector productor de queso Mozzarella está pasando por un gran cambio de concepto de mercado, patrocinado principalmente por las redes de pizzerías, cuyo nivel de exigencia es cada día mas alto. A través de este proyecto, se revisó la tecnología de fabricación que actualmente utiliza la Planta de Lácteos de la Escuela Agrícola Panamericana, y a partir de esta se formuló nuevas alternativas para la producción del queso en el menor tiempo posible, mejorando la productividad, disminuyendo los costos y elaborando un producto más estandarizado, idóneo desde el punto de vista microbiológico y que atiende los requisitos y exigencias de este nuevo mercado que cada día incrementa su demanda.

En lo que se refiere a la tecnología de fabricación, es de suma importancia que primero se controle el proceso de fermentación y proteólisis por parte de los cultivos utilizados, teniendo en cuenta las cantidades de cultivo a utilizar, la acidez que presenta el mismo, la temperatura y tiempo de fermentación en la leche.

Tomando en cuenta la base de evaluación de la calidad y aptitud del queso para el uso en pizzas, se verifica la influencia directa del fermento sobre el pH final de la fermentación, al conseguir el punto de hilado.

La temperatura del hilado de la masa (55 – 60°), no garantiza la eliminación de microorganismos patógenos, es por esto, que el uso de la leche pasteurizada es la forma más segura de garantizar el cumplimiento de las exigencias legales.

A partir de este estudio se pudo concluir que la caída de las curvas de fermentación, la productividad y los costos de fabricación pueden sufrir fuerte influencia y con esto incurrir en una caída de la productividad medida por el rendimiento o hasta pérdida de la producción, sea por la acidificación más lenta o más rápida, o por fermentaciones excesivas de la masa por parte de los cultivos utilizados.

Un descontrol de la curva de acidificación, incurre en costos adicionales, tales como interrupciones en el proceso, pago de horas extras, desperdicio de energía, entre las más importantes, incrementando los costos totales y por ende el precio del producto para evitar pérdidas por la Planta.

Después del análisis químico, sensorial y económico, los tres tratamientos califican para la elaboración de queso Mozzarella en la Planta de Lácteos, reemplazando el método que actualmente se utiliza.

A través de este estudio se redujo el tiempo de elaboración del queso Mozzarella el cual toma a la Planta 4 días; a través del tratamiento con adición de ácido cítrico, se pudo reducir este tiempo a 2.5 horas, reduciendo considerablemente los costos por mano de obra y costos de fermentación en cuartos fríos y gastos de energía de la caldera. Para los tratamientos TCC y TCCL, se redujeron los tiempos a 4 y 5 horas respectivamente.

6. RECOMENDACIONES

Utilizar fermentos concentrados compuestos por especies y cepas mas adaptadas a la producción de Mozzarella. Actualmente, en el mercado existen tres cultivos, uno compuesto por *S. thermophilus* y *L. helveticus*, otro por *S. thermophilus* y *L. bulgaricus* y un tercero compuesto por *S. thermophilus* únicamente.

El uso de cultivos con cepas anteriormente mencionadas, cuya aplicación no requiere de propagaciones anteriores a la elaboración del queso, sino que son de aplicación directa a la leche. Con esto se puede reducir contaminaciones en el momento en que se prepara el material para la propagación, en el momento en sí de la propagación y durante la incubación y almacenamiento. La desventaja de estos cultivos son sus costos que pueden ser compensados por el incremento en el rendimiento.

Para mejorar la velocidad de producción de ácido se recomienda promover la activación de los cultivos en la leche utilizando el porcentaje establecido según él o los cultivos utilizados en 10 litros de leche a una temperatura de 43 – 45°C antes de agregarlos a la tina.

Se recomienda tener un control sobre la cantidad de ácido cítrico a utilizar, ya que una acidificación excesiva (pH menor de 5.2), causa que se precipite la caseína formándose un coagulo muy fino, con baja elasticidad, grumoso, afectando el rendimiento del producto final. Además, que se obtiene un queso que no cumple con las características propias de estiramiento de un Mozzarella original, siendo este un proceso irreversible.

Económicamente, se recomienda implementar en la Planta de Lácteos el tratamiento con adición de ácido cítrico, que si bien el ácido utilizado en el proceso de acidificación es caro, se recompensa con la reducción de tiempo de mano de obra utilizado para la elaboración del queso, consiguiendo un incremento en beneficio más alto en comparación a las otras alternativas.

Se recomienda realizar este estudio utilizando otros tipos de ácidos más baratos como son: ácido clorhídrico, ácido acético y ácido fosfórico, como medios de acidificación para la elaboración del queso Mozzarella.

Realizar paneles de catación mas homogéneos y con experiencias en el tipo de producto a catalogar, para definir la elasticidad que presente este tipo de queso.

El producto elaborado en este estudio, se recomienda comercializarlo como un producto destinado a satisfacer la demanda de pizzerías o restaurantes de comida rápida. Para el

queso Zamorella, se debe mantener la producción de este tipo de queso, por tener un mercado establecido y de gran aceptación.

4. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1 PROCESO TECNOLOGICO

A través de varias pruebas realizadas en la Planta de Lácteos, se definieron las formulaciones de los procesos para la elaboración de queso Mozzarella a partir de los diferentes métodos de acidificación.

1. **Estandarizar la leche de vaca.** Reduciendo la cantidad de grasa hasta 2%.
2. **Pasteurización de la leche.** Pasteurizar a 72° C (161° F.) por 16 segundos utilizando el pasteurizador de placas.
3. **Enfriado de la leche.** Para los tratamientos con adición de cultivos lácticos, enfriar a 32°C (90°F); para el tratamiento con adición de ácido cítrico, enfriar la leche a 4°C. En este punto tomar la ATECAL de la leche.
4. **Tipo de acidificación.** Añadir según cada tratamiento, las cantidades que se presentan posteriormente en la descripción de los tratamientos (4.2.1 – 4.2.3).
5. **Adición de CaCl₂ y cuajo.** Agregar 0.2 ml/l de CaCl₂ e introducir alrededor de 0.045 ml/l de cuajo de doble potencia, para lograr la coagulación en 30-45 min para los tratamientos con cultivo para el tratamiento con adición de ácido cítrico, la coagulación se reduce a 3 – 8 min, manteniendo la temperatura de 32°C.; diluir la medida de cuajo en una proporción de 1:20 con agua fría antes de ser añadido a la leche.
6. **Cortado de la cuajada.** Revisar el punto de coagulación, en el punto óptimo cortar en bloques de 1cm. de lado utilizando tanto la lira vertical mas la horizontal
7. **Reposo de la cuajada.** Reposar la cuajada por 5 min en el suero antes de comenzar la agitación.
8. **Cocción de la cuajada.** Calentar la cuajada, hasta llegar a una temperatura de 40 - 42°C (105°F) por 35 min, agitando lentamente en el período de cocimiento.

Anexo 1. Hoja de evaluación sensorial para queso Mozzarella

Atributos	Escala	Puntaje	Producto "30"	Producto "57"	Producto "68"	Producto "83"
Color	<i>Muy Blanco</i>	1				
	<i>Blanco</i>	2				
	<i>Intermedio</i>	3				
	<i>Amarillo</i>	4				
	<i>Muy Amarillo</i>	5				
Aroma (ácido)	<i>Muy pobre</i>	1				
	<i>Pobre</i>	2				
	<i>Regular</i>	3				
	<i>Bueno</i>	4				
	<i>Muy bueno</i>	5				
Sabor	<i>Muy pobre</i>	1				
	<i>Pobre</i>	2				
	<i>Regular</i>	3				
	<i>Bueno</i>	4				
	<i>Muy bueno</i>	5				
Consistencia	<i>Muy suave</i>	1				
	<i>Suave</i>	2				
	<i>Regular</i>	3				
	<i>Buena</i>	4				
	<i>Muy buena</i>	5				
Calidad Global	<i>Muy pobre</i>	1				
	<i>Pobre</i>	2				
	<i>Regular</i>	3				
	<i>Bueno</i>	4				
	<i>Muy bueno</i>	5				

Observaciones o recomendaciones sobre los productos:

Producto "30":

Producto "87":

Producto "57"

Producto "68"

Anexo 2.
Análisis de costos para el queso Mozzarella (ácido)

Producto MOZZARELLA (ACIDO)
Variedad MOZZARELLA (ACIDO)

Descripción	Unidad	Cantidad	Valor	Total	Análisis Unitario	Análisis Porcentual
INGRESOS						
MOZZARELLA (ACIDO)	LIBRA	93	25.25	2348.25		
(-) DEVOLUCIONES						
TOTAL INGRESOS				2348.25	25.25	1.00
COSTOS						
COSTOS VARIABLES						
MANO DE OBRA DIRECTA						
MANUFACTURA DE PRODUCTOS	HORA	0.50	17.13	8.57		
PREBENDAS SUELDOS	HORA M.O.D.	0.50	0.07	0.04		
CAPACITACION	HORA M.O.D.	0.50	1.07	0.54		
CATORCEAVO	HORA M.O.D.	0.50	1.43	0.71		
PREAVISO	HORA M.O.D.	0.50	0.10	0.05		
CESANTIA	HORA M.O.D.	0.50	0.63	0.31		
TRECEAVO	HORA M.O.D.	0.50	1.43	0.71		
PLAN DE RETIRO	HORA M.O.D.	0.50	0.07	0.04		
IMPUESTO SOBRE LA RENTA	HORA M.O.D.	0.50	0.26	0.13		
TRANSPORTE	HORA M.O.D.	0.50	0.20	0.10		
SEGURO POR MUERTE	HORA M.O.D.	0.50	0.07	0.03		
FOSOVI	HORA M.O.D.	0.50	0.29	0.14		
MANO DE OBRA INDIRECTA						
DISTRIBUCION OVERHEAD				83.41		
TOTAL MANO DE OBRA				94.79	1.02	0.05
MATERIA PRIMA						
Leche entera	Lt	<u>265.91</u>	4.1	1090.23		
Leche descremada	Lt	<u>188.64</u>	1.7	320.68		
Acido Citrico	Kg	<u>795.45</u>	0.05	39.77		
Cloruro de calcio	CC.	<u>90.91</u>	0.063	5.73		
Cuajo	CC.	<u>45.45</u>	0.26	11.82		
Sal comun	Lb	<u>1.34</u>	1.36	1.83		
Bolsas	CADA UNO	<u>13.64</u>	1.16	15.82		
TOTAL MATERIA PRIMA				1485.87	15.98	0.85
TOTAL COSTOS VARIABLES				1580.66	17.00	0.91
MARGEN DE CONTRIBUCION				862.38	8.25	

Descripción	Unidad	Cantidad	Valor	Total	Analisis Unitario	Analisis Porcentual
COSTOS FIJOS						
COMBUSTIBLES Y LUBRICANTES	HORA M.O.D.	0.50	10.56	5.28		
SUMINISTROS DE LIMPIEZA	HORA M.O.D.	0.50	4.18	2.09		
SUMINISTROS Y ACCESORIOS	HORA M.O.D.	0.50	0.53	0.27		
SUMINISTROS MEDICOS	HORA M.O.D.	0.50	0.16	0.08		
SUMINISTROS DE LABORATORIO	HORA M.O.D.	0.50	1.16	0.58		
MATERIAL DIDACTICO	HORA M.O.D.	0.50	0.15	0.07		
HERRAMIENTAS	HORA M.O.D.	0.50	0.08	0.04		
UNIFORMES	HORA M.O.D.	0.50	1.19	0.60		
OTROS SUMINISTROS	HORA M.O.D.	0.50	0.35	0.17		
ADICIONES MENORES DE MOBIL.	HORA M.O.D.	0.50	0.54	0.27		
SERVICIO DE LAVANDERIA	HORA M.O.D.	0.50	0.53	0.27		
SERVICIO DE TALLER	HORA M.O.D.	0.50	0.30	0.15		
SERVICIO DE LABORATORIO	HORA M.O.D.	0.50	0.04	0.02		
TELEFONO	HORA M.O.D.	0.50	0.06	0.03		
MANTENIMIENTO DE EDIFICIOS	HORA M.O.D.	0.50	0.46	0.23		
MANTENIMIENTO DE MOBILIARIO	HORA M.O.D.	0.50	4.45	2.23		
MANTENIMIENTO DE INSTALACIONES	HORA M.O.D.	0.50	0.80	0.40		
VARIOS	HORA M.O.D.	0.50	0.51	0.26		
FLETE Y ACARREO	HORA M.O.D.	0.50	0.09	0.05		
GASTOS DE VIAJE	HORA M.O.D.	0.50	0.29	0.14		
DEPRECIACION DE EDIFICIOS	HORA M.O.D.	0.50	0.10	0.05		
DEPRECIACION DE MOBILIARIO	HORA M.O.D.	0.50	4.28	2.14		
DEPRECIACION DE OTRA MAQUINARIA	HORA M.O.D.	0.50	1.12	0.56		
DEPRECIACION MEJORAS	HORA M.O.D.	0.50	1.15	0.57		
TOTAL COSTOS FIJOS				16.55	0.18	0.01
TOTAL COSTOS VARIABLES Y FIJOS				1597.21	17.17	0.91
UTILIDAD DE OPERACIÓN				751.04	8.08	
GASTOS						
GASTOS ADMINISTRATIVOS						
ADMINISTRACION SECCION		2348.25	0.03	65.75		
ADMINISTRACION DEPARTAMENTO		2348.25	0.01	16.91		
ADMINISTRACION ZAMORANO		2348.25		0.00		
TOTAL GASTOS ADMINISTRATIVOS				82.66	0.89	0.05
GASTOS FINANCIEROS						
INVENTARIO DE MATERIA PRIMA		2348.25	0.02	46.97		
INVENTARIO DE PRODUCTO MANUFACTURADO		2348.25	0.01	19.26		
TOTAL GASTOS FINANCIEROS				66.22	0.71	0.04
TOTAL GASTOS				148.88	1.60	0.09
TOTAL COSTOS Y GASTOS				1746.09	18.78	1.00
RETORNO AL CAPITAL Y AL RIESGO				602.16	6.47	
RENTABILIDAD SOBRE VENTAS				0.26		
RENTABILIDAD SOBRE COSTOS				0.34		PRECIO
CANTIDAD MINIMA DE EQUILIBRIO				20.04		OPTIMO
PRECIO DE EQUILIBRIO				18.78		23.47

Anexo 3.
Análisis de costos para el queso Mozzarella (yogurt)

Producto MOZZARELLA (YOGURT)
Variedad MOZZARELLA (YOGURT)

Descripción	Unidad	Cantidad	Valor	Total	Análisis Unitario	Análisis Porcentual
INGRESOS						
MOZZARELLA (YOGURT)	LIBRA	90.33	25.25	2280.83		
(-) DEVOLUCIONES						
TOTAL INGRESOS				2280.83	25.25	1.00
COSTOS						
COSTOS VARIABLES						
MANO DE OBRA DIRECTA						
MANUFACTURA DE PRODUCTOS	HORA	2.50	17.13	42.83		
PREBENDAS SUELDOS	HORA M.O.D.	2.50	0.07	0.18		
CAPACITACION	HORA M.O.D.	2.50	1.07	2.68		
CATORCEAVO	HORA M.O.D.	2.50	1.43	3.57		
PREAVISO	HORA M.O.D.	2.50	0.10	0.25		
CESANTIA	HORA M.O.D.	2.50	0.63	1.57		
TRECEAVO	HORA M.O.D.	2.50	1.43	3.57		
PLAN DE RETIRO	HORA M.O.D.	2.50	0.07	0.19		
IMPUESTO SOBRE LA RENTA	HORA M.O.D.	2.50	0.26	0.66		
TRANSPORTE	HORA M.O.D.	2.50	0.20	0.51		
SEGURO POR MUERTE	HORA M.O.D.	2.50	0.07	0.17		
FOSOVI	HORA M.O.D.	2.50	0.29	0.72		
MANO DE OBRA INDIRECTA						
DISTRIBUCION OVERHEAD				81.02		
TOTAL MANO DE OBRA				137.90	1.53	0.07
MATERIA PRIMA						
Leche entera	Lt	265.88	4.1	1090.10		
Leche descremada	Lt	188.61	1.7	320.64		
Cultivo lactico	Kg	3.41	2.46	8.39		
Cloruro de calcio	CC.	90.90	0.063	5.73		
Cuajo	CC.	45.45	0.26	11.82		
Citrato de sodio	Lb	1.01	28.12	28.29		
Sal comun	Lb	1.21	1.36	1.64		
Bolsas	CADA UNO	13.63	1.16	15.82		
TOTAL MATERIA PRIMA				1482.42	16.41	0.80
TOTAL COSTOS VARIABLES				1620.32	17.94	0.88
MARGEN DE CONTRIBUCION				798.41	7.31	

Descripción	Unidad	Cantidad	Valor	Total	Analisis Unitario	Analisis Porcentual
COSTOS FIJOS						
COMBUSTIBLES Y LUBRICANTES	HORA M.O.D.	2.50	10.56	26.39		
SUMINISTROS DE LIMPIEZA	HORA M.O.D.	2.50	4.18	10.45		
SUMINISTROS Y ACCESORIOS	HORA M.O.D.	2.50	0.53	1.33		
SUMINISTROS MEDICOS	HORA M.O.D.	2.50	0.16	0.40		
SUMINISTROS DE LABORATORIO	HORA M.O.D.	2.50	1.16	2.90		
MATERIAL DIDACTICO	HORA M.O.D.	2.50	0.15	0.36		
HERRAMIENTAS	HORA M.O.D.	2.50	0.08	0.20		
UNIFORMES	HORA M.O.D.	2.50	1.19	2.99		
OTROS SUMINISTROS	HORA M.O.D.	2.50	0.35	0.87		
ADICIONES MENORES DE MOBIL.	HORA M.O.D.	2.50	0.54	1.34		
SERVICIO DE LAVANDERIA	HORA M.O.D.	2.50	0.53	1.33		
SERVICIO DE TALLER	HORA M.O.D.	2.50	0.30	0.75		
SERVICIO DE LABORATORIO	HORA M.O.D.	2.50	0.04	0.11		
TELEFONO	HORA M.O.D.	2.50	0.06	0.14		
MANTENIMIENTO DE EDIFICIOS	HORA M.O.D.	2.50	0.46	1.16		
MANTENIMIENTO DE MOBILIARIO	HORA M.O.D.	2.50	4.45	11.13		
MANTENIMIENTO DE INSTALACIONES	HORA M.O.D.	2.50	0.80	2.01		
VARIOS	HORA M.O.D.	2.50	0.51	1.29		
FLETE Y ACARREO	HORA M.O.D.	2.50	0.09	0.24		
GASTOS DE VIAJE	HORA M.O.D.	2.50	0.29	0.72		
DEPRECIACION DE EDIFICIOS	HORA M.O.D.	2.50	0.10	0.25		
DEPRECIACION DE MOBILIARIO	HORA M.O.D.	2.50	4.28	10.70		
DEPRECIACION DE OTRA MAQUINARIA	HORA M.O.D.	2.50	1.12	2.80		
DEPRECIACION MEJORAS	HORA M.O.D.	2.50	1.15	2.86		
TOTAL COSTOS FIJOS				82.74	0.92	0.04
TOTAL COSTOS VARIABLES Y FIJOS				1703.05	18.85	0.92
UTILIDAD DE OPERACIÓN				577.78	6.40	
GASTOS						
GASTOS ADMINISTRATIVOS						
ADMINISTRACION SECCION		2280.83	0.03	63.86		
ADMINISTRACION DEPARTAMENTO		2280.83	0.01	16.42		
ADMINISTRACION ZAMORANO		2280.83		0.00		
TOTAL GASTOS ADMINISTRATIVOS				80.29	0.89	0.04
GASTOS FINANCIEROS						
INVENTARIO DE MATERIA PRIMA		2280.83	0.02	45.62		
INVENTARIO DE PRODUCTO MANUFACTURADO		2280.83	0.01	18.70		
TOTAL GASTOS FINANCIEROS				64.32	0.71	0.03
TOTAL GASTOS				144.60	1.60	0.08
TOTAL COSTOS Y GASTOS				1847.66	20.45	1.00
RETORNO AL CAPITAL Y AL RIESGO				433.17	4.80	
RENTABILIDAD SOBRE VENTAS				0.19		
RENTABILIDAD SOBRE COSTOS				0.23		PRECIO
CANTIDAD MINIMA DE EQUILIBRIO				31.09		OPTIMO
PRECIO DE EQUILIBRIO				20.45		25.57

Anexo 4.
Análisis de costos para el queso Mozzarella (yogurt + lactico)

Producto MOZZARELLA (YOG+LACT)
Variedad MOZZARELLA (YOG+LACT)

Descripción	Unidad	Cantidad	Valor	Total	Analisis Unitario	Analisis Porcentual
INGRESOS						
MOZZARELLA (YOG+LACT)	LIBRA	90.33	25.25	2280.83		
(-) DEVOLUCIONES						
TOTAL INGRESOS				2280.83	25.25	1.00
COSTOS						
COSTOS VARIABLES						
MANO DE OBRA DIRECTA						
MANUFACTURA DE PRODUCTOS						
	HORA	2.50	17.13	42.83		
PREBENDAS SUELDOS	HORA M.O.D.	2.50	0.07	0.18		
CAPACITACION	HORA M.O.D.	2.50	1.07	2.68		
CATORCEAVO	HORA M.O.D.	2.50	1.43	3.57		
PREAVISO	HORA M.O.D.	2.50	0.10	0.25		
CESANTIA	HORA M.O.D.	2.50	0.63	1.57		
TRECEAVO	HORA M.O.D.	2.50	1.43	3.57		
PLAN DE RETIRO	HORA M.O.D.	2.50	0.07	0.19		
IMPUESTO SOBRE LA RENTA	HORA M.O.D.	2.50	0.26	0.66		
TRANSPORTE	HORA M.O.D.	2.50	0.20	0.51		
SEGURO POR MUERTE	HORA M.O.D.	2.50	0.07	0.17		
FOSOVI	HORA M.O.D.	2.50	0.29	0.72		
MANO DE OBRA INDIRECTA						
DISTRIBUCION OVERHEAD				81.02		
TOTAL MANO DE OBRA				137.90	1.53	0.07
MATERIA PRIMA						
Leche entera	Lt	265.88	4.1	1090.10		
Leche descremada	Lt	188.61	1.7	320.64		
Cultivo lactico	Kg	3.41	2.46	8.39		
Cultivo yogurt	Kg	3.41	2.46	8.39		
Cloruro de calcio	CC.	90.90	0.063	5.73		
Cuajo	CC.	45.45	0.26	11.82		
Citrato de sodio	Lb	1.01	28.12	28.29		
Sal comun	Lb	1.21	1.36	1.64		
Bolsas	CADA UNO	13.63	1.16	15.82		
TOTAL MATERIA PRIMA				1490.80	16.50	0.80
TOTAL COSTOS VARIABLES				1628.70	18.03	0.88
MARGEN DE CONTRIBUCION				790.03	7.22	

Descripción	Unidad	Cantidad	Valor	Total	Analisis Unitario	Analisis Porcentual
COSTOS FIJOS						
COMBUSTIBLES Y LUBRICANTES	HORA M.O.D.	2.50	10.56	26.39		
SUMINISTROS DE LIMPIEZA	HORA M.O.D.	2.50	4.18	10.45		
SUMINISTROS Y ACCESORIOS	HORA M.O.D.	2.50	0.53	1.33		
SUMINISTROS MEDICOS	HORA M.O.D.	2.50	0.16	0.40		
SUMINISTROS DE LABORATORIO	HORA M.O.D.	2.50	1.16	2.90		
MATERIAL DIDACTICO	HORA M.O.D.	2.50	0.15	0.36		
HERRAMIENTAS	HORA M.O.D.	2.50	0.08	0.20		
UNIFORMES	HORA M.O.D.	2.50	1.19	2.99		
OTROS SUMINISTROS	HORA M.O.D.	2.50	0.35	0.87		
ADICIONES MENORES DE MOBIL.	HORA M.O.D.	2.50	0.54	1.34		
SERVICIO DE LAVANDERIA	HORA M.O.D.	2.50	0.53	1.33		
SERVICIO DE TALLER	HORA M.O.D.	2.50	0.30	0.75		
SERVICIO DE LABORATORIO	HORA M.O.D.	2.50	0.04	0.11		
TELEFONO	HORA M.O.D.	2.50	0.06	0.14		
MANTENIMIENTO DE EDIFICIOS	HORA M.O.D.	2.50	0.46	1.16		
MANTENIMIENTO DE MOBILIARIO	HORA M.O.D.	2.50	4.45	11.13		
MANTENIMIENTO DE INSTALACIONES	HORA M.O.D.	2.50	0.80	2.01		
VARIOS	HORA M.O.D.	2.50	0.51	1.29		
FLETE Y ACARREO	HORA M.O.D.	2.50	0.09	0.24		
GASTOS DE VIAJE	HORA M.O.D.	2.50	0.29	0.72		
DEPRECIACION DE EDIFICIOS	HORA M.O.D.	2.50	0.10	0.25		
DEPRECIACION DE MOBILIARIO	HORA M.O.D.	2.50	4.28	10.70		
DEPRECIACION DE OTRA MAQUINARIA	HORA M.O.D.	2.50	1.12	2.80		
DEPRECIACION MEJORAS	HORA M.O.D.	2.50	1.15	2.86		
TOTAL COSTOS FIJOS				82.74	0.92	0.04
TOTAL COSTOS VARIABLES Y FIJOS				1711.44	18.95	0.92
UTILIDAD DE OPERACIÓN				569.39	6.30	
GASTOS						
GASTOS ADMINISTRATIVOS						
ADMINISTRACION SECCION		2280.83	0.03	63.86		
ADMINISTRACION DEPARTAMENTO		2280.83	0.01	16.42		
ADMINISTRACION ZAMORANO		2280.83		0.00		
TOTAL GASTOS ADMINISTRATIVOS				80.29	0.89	0.04
GASTOS FINANCIEROS						
INVENTARIO DE MATERIA PRIMA		2280.83	0.02	45.62		
INVENTARIO DE PRODUCTO MANUFACTURADO		2280.83	0.01	18.70		
TOTAL GASTOS FINANCIEROS				64.32	0.71	0.03
TOTAL GASTOS				144.60	1.60	0.08
TOTAL COSTOS Y GASTOS				1856.04	20.55	1.00
RETORNO AL CAPITAL Y AL RIESGO				424.79	4.70	
RENTABILIDAD SOBRE VENTAS				0.19		
RENTABILIDAD SOBRE COSTOS				0.23		PRECIO
CANTIDAD MINIMA DE EQUILIBRIO				31.49		OPTIMO
PRECIO DE EQUILIBRIO				20.55		25.68

Anexo 5.
Análisis de costos para el queso Zamorella

Producto QUESO ZAMORELLA
Variedad QUESO ZAMORELLA

Descripción	Unidad	Cantidad	Valor	Total	Análisis Unitario	Análisis Porcentual
INGRESOS						
QUESO ZAMORELLA	LIBRA	88	25.25	2222.00		
(-) DEVOLUCIONES						
TOTAL INGRESOS				2222.00	25.25	1.00
COSTOS						
COSTOS VARIABLES						
MANO DE OBRA DIRECTA						
MANUFACTURA DE PRODUCTOS	HORA	5.00	17.13	85.65		
PREBENDAS SUELDOS	HORA M.O.D.	5.00	0.07	0.35		
CAPACITACION	HORA M.O.D.	5.00	1.07	5.36		
CATORCEAVO	HORA M.O.D.	5.00	1.43	7.13		
PREAVISO	HORA M.O.D.	5.00	0.10	0.51		
CESANTIA	HORA M.O.D.	5.00	0.63	3.13		
TRECEAVO	HORA M.O.D.	5.00	1.43	7.13		
PLAN DE RETIRO	HORA M.O.D.	5.00	0.07	0.37		
IMPUESTO SOBRE LA RENTA	HORA M.O.D.	5.00	0.26	1.31		
TRANSPORTE	HORA M.O.D.	5.00	0.20	1.02		
SEGURO POR MUERTE	HORA M.O.D.	5.00	0.07	0.34		
FOSOVI	HORA M.O.D.	5.00	0.29	1.43		
MANO DE OBRA INDIRECTA						
DISTRIBUCION OVERHEAD				78.93		
TOTAL MANO DE OBRA				192.69	2.19	0.10
MATERIA PRIMA						
Leche entera	Lt	265.91	4.1	1090.23		
Leche descremada	Lt	188.64	1.7	320.68		
Cultivo lactico	Kg	3.41	2.46	8.39		
Cloruro de calcio	CC.	90.91	0.063	5.73		
Cuajo	CC.	45.45	0.26	11.82		
Citrato de sodio	Lb	1.13	28.12	31.64		
Sal comun	Lb	1.35	1.36	1.84		
Bolsas	CADA UNO	13.64	1.16	15.82		
TOTAL MATERIA PRIMA				1486.13	16.89	0.75
TOTAL COSTOS VARIABLES				1678.82	19.08	0.85
MARGEN DE CONTRIBUCION				735.87	6.17	

Descripción	Unidad	Cantidad	Valor	Total	Analisis Unitario	Analisis Porcentual
COSTOS FIJOS						
COMBUSTIBLES Y LUBRICANTES	HORA M.O.D.	5.00	10.56	52.78		
SUMINISTROS DE LIMPIEZA	HORA M.O.D.	5.00	4.18	20.90		
SUMINISTROS Y ACCESORIOS	HORA M.O.D.	5.00	0.53	2.66		
SUMINISTROS MEDICOS	HORA M.O.D.	5.00	0.16	0.80		
SUMINISTROS DE LABORATORIO	HORA M.O.D.	5.00	1.16	5.80		
MATERIAL DIDACTICO	HORA M.O.D.	5.00	0.15	0.73		
HERRAMIENTAS	HORA M.O.D.	5.00	0.08	0.40		
UNIFORMES	HORA M.O.D.	5.00	1.19	5.97		
OTROS SUMINISTROS	HORA M.O.D.	5.00	0.35	1.75		
ADICIONES MENORES DE MOBIL.	HORA M.O.D.	5.00	0.54	2.68		
SERVICIO DE LAVANDERIA	HORA M.O.D.	5.00	0.53	2.66		
SERVICIO DE TALLER	HORA M.O.D.	5.00	0.30	1.50		
SERVICIO DE LABORATORIO	HORA M.O.D.	5.00	0.04	0.22		
TELEFONO	HORA M.O.D.	5.00	0.06	0.29		
MANTENIMIENTO DE EDIFICIOS	HORA M.O.D.	5.00	0.46	2.32		
MANTENIMIENTO DE MOBILIARIO	HORA M.O.D.	5.00	4.45	22.26		
MANTENIMIENTO DE INSTALACIONES	HORA M.O.D.	5.00	0.80	4.02		
VARIOS	HORA M.O.D.	5.00	0.51	2.57		
FLETE Y ACARREO	HORA M.O.D.	5.00	0.09	0.47		
GASTOS DE VIAJE	HORA M.O.D.	5.00	0.29	1.45		
DEPRECIACION DE EDIFICIOS	HORA M.O.D.	5.00	0.10	0.51		
DEPRECIACION DE MOBILIARIO	HORA M.O.D.	5.00	4.28	21.41		
DEPRECIACION DE OTRA MAQUINARIA	HORA M.O.D.	5.00	1.12	5.59		
DEPRECIACION MEJORAS	HORA M.O.D.	5.00	1.15	5.73		
TOTAL COSTOS FIJOS				165.48	1.88	0.08
TOTAL COSTOS VARIABLES Y FIJOS				1844.29	20.96	0.93
UTILIDAD DE OPERACIÓN				377.71	4.29	
GASTOS						
GASTOS ADMINISTRATIVOS						
ADMINISTRACION SECCION		2222.00	0.03	62.22		
ADMINISTRACION DEPARTAMENTO		2222.00	0.01	16.00		
ADMINISTRACION ZAMORANO		2222.00		0.00		
TOTAL GASTOS ADMINISTRATIVOS				78.21	0.89	0.04
GASTOS FINANCIEROS						
INVENTARIO DE MATERIA PRIMA		2222.00	0.02	44.44		
INVENTARIO DE PRODUCTO MANUFACTURADO		2222.00	0.01	18.22		
TOTAL GASTOS FINANCIEROS				62.66	0.71	0.03
TOTAL GASTOS				140.87	1.60	0.07
TOTAL COSTOS Y GASTOS				1985.17	22.56	1.00
RETORNO AL CAPITAL Y AL RIESGO				236.83	2.69	
RENTABILIDAD SOBRE VENTAS				0.11		
RENTABILIDAD SOBRE COSTOS				0.12		PRECIO
CANTIDAD MINIMA DE EQUILIBRIO				49.63		OPTIMO
PRECIO DE EQUILIBRIO				22.56		28.20

Anexo 6. Analisis de sensibilidad del escenario esperado

1. Rendimientos promedio y precio de transferencia

Analisis de costos variables

	Unidad	Tratamiento			
		TCA	TCC	TCCL	TC
Rendimiento	kg/1000lt	97.00	90.33	90.33	88
Ingreso / lb	Lps/1000lt	2348.25	2280.83	2280.83	2222.00
Costos variables					
Mano de Obra	Lps/hr	94.79	137.90	137.90	192.69
Materia Prima	Lps/1000lt	1485.87	1482.42	1490.80	1486.13
Total de costos variables	Lps/1000lt	1580.66	1620.32	1628.70	1678.82
M. C. para pagar Costos fijos	Lps/1000lt	767.59	660.52	652.13	543.18

Analisis de dominancia

Tratamiento	Costos	Beneficios	
TCA	1580.66	767.59	
TCCL	1620.32	660.52	D*
TCC	1628.70	652.13	D*
TC	1678.82	543.18	D*

* = Tratamientos dominados

Anexo 7. Analisis de sensibilidad del escenario pesimista

1. Rendimientos minimo y precio de transferencia menor

Analisis de costos variables

	Unidad	Tratamiento			
		TCA	TCC	TCCL	TC
Rendimiento	kg/1000lt	97.00	90	90	88
Ingreso / lb	Lps/1000lt	2113.43	2045.25	2045.25	1999.80
Costos variables					
Mano de Obra	Lps/hr	94.79	137.60	137.60	192.69
Materia Prima	Lps/1000lt	1485.87	1477.00	1485.36	1486.13
Total de costos variables	Lps/1000lt	1580.66	1614.60	1622.96	1678.82
M. C. para pagar Costos fijos	Lps/1000lt	532.77	430.65	422.29	320.98

Analisis de dominancia

Tratamiento	Costos	Beneficios	
TCA	1580.66	532.77	
TCCL	1614.60	430.65	D*
TCC	1622.96	422.29	D*
TC	1678.82	320.98	D*

* = Tratamientos dominados

Anexo 8. Analisis de sensibilidad del escenario optimista

1. Rendimientos maximo y precio de transferencia mayor

Analisis de costos variables

	Unidad	Tratamiento			
		TCA	TCC	TCCL	TC
Rendimiento	kg/1000lt	97.00	91	91	89
Ingreso / lb	Lps/1000lt	2694.66	2527.98	2527.98	2472.42
Costos variables					
Mano de Obra	Lps/hr	98.38	138.50	138.50	193.58
Materia Prima	Lps/1000lt	1549.78	1493.41	1501.86	1503.02
Total de costos variables	Lps/1000lt	1648.16	1631.91	1640.36	1696.60
M. C. para pagar Costos fijos	Lps/1000lt	1046.50	896.07	887.62	775.82

Analisis de dominancia

Tratamiento	Costos	Beneficios	
TCA	1648.16	1046.50	
TCCL	1631.91	896.07	D*
TCC	1640.36	887.62	D*
TC	1696.60	775.82	D*

* = Tratamientos dominados

7. BIBLIOGRAFÍA

- ALAIS, C. 1994. Ciencia de la leche: principios de técnica lechera. 9ed. México D. F., México, Continental. 594 p.
- BERG, J. 1988. Dairy technology in the tropics and subtropics. Wageningen, Netherlands. s.n. 290 p.
- CHR. HANSEN. 1998. Memoria. sn. 4 p.
- ECK, A. 1986. Cheesemaking. 2ed. Lavoisier. Paris, Francia. 539 p.
- KEATING, P.; RODRIGUEZ, H. 1986. Introducción a la Lactología. México D. F., México, Limusa. 287 p.
- KOSIKOWSKI, F. 1982. Cheese and fermented milk foods. 2ed. New York. USA, Edward Brothers Inc. .711 p.
- MADRID, A. 1994. Nuevo Manual de Tecnología Quesera. 1ed. IRAGRA SA, Madrid, España, 380 p.
- REVILLA, A. 1996. Tecnología de la leche. 3 ed. Zamorano Hond. EAP. Zamorano Academic Press. 369 p.
- SANTOS, A. 1987. Leche y sus derivados. México D. F., México, Trillas. 224 p.

8. ANEXOS