

# Utilización de tres acidulantes de grado alimenticio en la elaboración de queso Mozzarella

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

presentado por

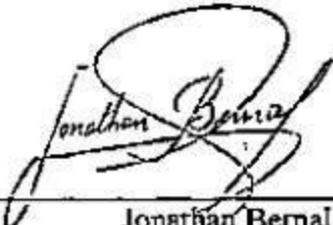
Jonathan Paúl Bernal Neira

MICROISIS:	_____
FECHA:	_____
ENCARGADO:	_____

Zamorano, Honduras  
Diciembre, 1999

1002

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 de autor.



---

Jonathan Bernal

Zamorano, Honduras  
Diciembre, 1999

## DEDICATORIA

Dedico este esfuerzo a Dios.

A mi Azogues que quiere progreso.

A mis queridos padres y hermanos por su gran esfuerzo y sacrificio.

A la gente que trabaja y cree en la vida.

## AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios, y a la vida misma por brindarme la oportunidad de aprender.

A mis amados padres, Dr. Néstor Bernal y Sra. Rosa Neira por ser los abnegados educadores de tres aprendices del existir.

A mis hermanos William Y Fabricio por su alegría, fe y entusiasmo en el mañana. Y a mi familia azogueña, en especial a quienes escribieron y me dieron ánimos durante la marcha. Seguiré su buen ejemplo.

Al Ing. Manuel Morales e Ing. Josef Teuben por brindarme apoyo, dirección y confianza.

A la Licda. Gladys de Flores por su constante disposición de enseñarnos.

Al Licdo. Oscar Sanabria por su apoyo y dirección.

A Varinia y al personal de la Planta de Lácteos (amigos y asesores informales).

A mis grandes amigos y compañeros: Euro, Daniel, Carlos, Stalin, Xiomara, Brigitte, Pablo, Beatriz, Bertha, Mildred y Denis quienes hicieron más llevadera mi estadía en el Valle.

A Lucy, quien me alegró siempre con su sonrisa.

A mis mamás centroamericanas, Paty, Luchy y Guillermina, por su increíble bondad.

A la familia Mejía-Henríquez por compartir su hogar con alguien casi extraño, y que siempre los recordará con aprecio.

A los amigos y amigas de mi ciudad que escribieron y que cada año espero encontrar.

A mis compañeros de Tecnología de Alimentos.

A Zamorano.

## AGRADECIMIENTO A PATROCINADORES

Agradezco a la Familia Bernal Neira por el gran sacrificio de financiar mis estudios durante estos cuatro años.

A las instituciones crediticias de educación del Ecuador.

Al Programa de Tecnología de Alimentos.

## RESUMEN

Bernal, Jonathan 1999. Utilización de Tres Acidulantes de Grado Alimenticio en la Elaboración de Queso Mozzarella. Proyecto Especial del Programa de Ingeniero Agrónomo, El Zamorano, Honduras. 54 p.

La competencia mundial es cada vez mayor, por eso las empresas requieren aumentar la eficiencia en sus procesos. Por esta razón en la Planta de Lácteos del Zamorano se propuso hacer eficiente el proceso de producción de queso Mozzarella mediante la acidificación directa de la leche utilizando acidulantes de grado alimenticio para obtener queso en pocas horas. Esto a diferencia del método tradicional que normalmente dura de tres a cuatro días por la etapa de fermentación de los cultivos lácticos. Se elaboraron quesos Mozzarella utilizando ácido cítrico, ácido acético y ácido fosfórico como acidulantes de la leche, y se evaluó su conveniencia técnica, económica y sensorial; finalmente al queso con mejores atributos se le realizó una prueba de aceptación por parte del personal de "Domino's Pizza". Al utilizar ácido cítrico se obtuvo mayores rendimientos (9.4%), y se redujo el tiempo de obtención a 2.7 horas, aumentando la rentabilidad sobre costos de 9% a 17%. El queso elaborado con ácido cítrico en general presentó las mejores calificaciones sensoriales en los atributos de textura y elasticidad; y para las características de aroma y sabor fue preferido el queso elaborado mediante el método tradicional. Se concluyó que el queso elaborado con ácido cítrico cumple con las expectativas de calidad deseadas en cuanto a textura, elasticidad y resistencia al quemado, lo cual fue verificado por el personal de "Domino's Pizza", pero necesita desarrollar mayor sabor y aroma para poder ser parte de su materia prima.

**Palabras claves:** ácido cítrico, ácido acético, ácido fosfórico, evaluación sensorial, "pizza", Mozzarella.

## Nota de Prensa

### ZAMORANO REDUCE EL TIEMPO DE ELABORACIÓN DEL QUESO MOZZARELLA, UTILIZANDO ACIDULANTES DE GRADO ALIMENTICIO

En la Planta de Industrias Lácteas del Zamorano se desarrolló un proceso mediante el cual se redujo el tiempo de obtención del queso Mozzarella tradicional de 3 días a 2.7 horas, aumentando por consiguiente la rentabilidad.

Los cambios en el mundo actual tales como la globalización y el aumento de la competencia, han hecho que la industria alimentaria busque mejorar sus procesos. Esta constante búsqueda ha dirigido su mirada a nuevas alternativas de materia prima, a la sustitución y reemplazo de ingredientes de una formulación.

Esta es la causa por la cual en Zamorano se buscó reducir el tiempo de elaboración de queso Mozzarella en el que se emplean tradicionalmente de tres a cuatro días en obtener el producto final.

En el proceso tradicional se utilizan cultivos lácticos, con los cuales normalmente se necesita una fase de fermentación de tres días durante los cuales hay desarrollo de acidez en la cuajada. Con la acidificación directa de la leche este período de maduración no es necesario, obteniéndose por tanto el queso en pocas horas.

El papel de los cultivos lácticos es de acidificar la cuajada hasta llegar a pH de 5.2, en el cual tiene las características óptimas de fundido e hilado. Sin embargo también es posible obtener este pH final mediante la acidificación directa a la leche fría (4 °C) cuando se usan acidulantes de grado alimenticio.

Con el fin de obtener un proceso que se adapte a las condiciones de la Planta de Industrias Lácteas del Zamorano, entre julio y diciembre de 1999, se decidió probar ácido cítrico, ácido fosfórico y ácido acético como medios de acidificación directa a la leche, en lugar del uso de cultivo láctico.

Se compararon los efectos en tiempo, sensorial, químico, de rendimiento, de costos y de sensibilidad de estos tratamientos versus el tratamiento control, que fue el queso Mozzarella elaborado mediante el método tradicional que utiliza cultivos lácticos. Finalmente se evaluó la aceptación del queso obtenido en el mercado de pizzerías en Tegucigalpa en "Domino's Pizza".

El estudio determinó que el uso de ácido cítrico redujo el tiempo de elaboración del queso Mozzarella a 2,72 horas en promedio, y que fue evaluado favorablemente para todas sus características sensoriales, menos para el aroma y el sabor, donde resultó ser superior el tratamiento control. Una diferencia química encontrada fue que el uso de ácido cítrico resultaba en un queso más húmedo y con mayor rendimiento.

El efecto del uso de ácido cítrico fue superior rentabilidad sobre costos, debido a su rendimiento superior y al menor tiempo de elaboración del queso, obteniendo estabilidad frente cambios en el precio de mercado.

La evaluación del mejor queso según una evaluación sensorial fue el tratamiento con ácido cítrico, que a la vez fue evaluado por el personal de "Domino's Pizza", que llegó a la conclusión que el queso sería aceptado como parte de su materia prima si aumenta sus atributos de sabor y aroma.

## CONTENIDO

	Portadilla.....	i
	Autoría.....	ii
	Páginas de firmas.....	iii
	Dedicatoria.....	iv
	Agradecimientos.....	v
	Agradecimientos a patrocinadores.....	vi
	Resumen.....	vii
	Nota de prensa.....	viii
	Contenido.....	x
	Índice de Cuadros.....	xiii
	Índice de Figuras.....	xiv
	Índice de Anexos.....	xv
1	INTRODUCCION.....	1
1.1	DEFINICION DEL PROBLEMA.....	1
1.2	ANTECEDENTES.....	1
1.3	JUSTIFICACION DEL ESTUDIO.....	1
1.4	LIMITANTES DEL ESTUDIO.....	1
1.5	OBJETIVOS.....	2
1.5.1	Objetivo general.....	2
1.5.2	Objetivos específicos .....	2
2	REVISION DE LITERATURA.....	3
2.1	EL QUESO.....	3
2.1.1	Evolución del queso a nivel mundial .....	3
2.1.2	Definición y características.....	4
2.2	PRINCIPIOS DEL QUESO MOZZARELLA.....	4
2.3	ACIDULANTES.....	5
2.4	PRESENCIA DE ACIDULANTES EN LA LECHE.....	7
2.4.1	Acido cítrico.....	7
2.4.2	Acido acético.....	7
2.4.3	Acido fosfórico.....	8
2.5	FUENTES DE ACIDEZ PARA ELABORAR QUESO MOZZARELLA.....	8
2.6	ACIDOS UTILIZADOS EN EL ESTUDIO.....	8
2.6.1	Acido cítrico anhidro ( $H_3C_6H_5O_7$ ).....	8
2.6.2	Acido acético ( $HC_2H_3O_2$ ).....	9
2.6.3	Acido fosfórico ( $H_3PO_4$ ).....	10

2.7	PROCESO TECNOLÓGICO DE LA ELABORACION DEL QUESO.....	10
2.7.1	Recepción de la leche.....	10
2.7.2	Estandarización y pasteurización de la leche.....	11
2.7.3	Adición del cloruro de calcio.....	11
2.7.4	Coagulación de la leche.....	12
2.7.4.1	Coagulación enzimática.....	12
2.7.4.2	Coagulación ácida.....	13
2.7.5	Corte de la cuajada.....	14
2.7.6	Desuerado de la cuajada.....	15
2.7.7	Madurado.....	15
2.7.8	Fundido, hilado y salado.....	15
2.7.9	Empacado y almacenaje.....	16
3	MATERIALES Y METODOS.....	17
3.1	UBICACION.....	17
3.2	MATERIALES Y EQUIPO UTILIZADOS.....	17
3.3	METODOLOGIA DEL PROYECTO.....	18
3.3.1	Preparación de las soluciones de los acidulantes utilizados.....	18
3.3.1.1	Preparación del ácido cítrico.....	18
3.3.1.2	Preparación del ácido acético.....	19
3.3.1.3	Preparación del ácido fosfórico.....	19
3.3.2	Obtención de las cantidades de soluciones para cada tratamiento.....	19
3.3.3	Elaboración del queso Mozzarella con los acidulantes y repeticiones.....	19
3.4	ANÁLISIS QUÍMICO PROXIMAL.....	20
3.5	CARACTERIZACION Y ACEPTACION DEL QUESO.....	21
3.5.1	Evaluación sensorial.....	21
3.5.2	Pruebas de aceptación de los quesos.....	21
3.6	ANÁLISIS ECONOMICO.....	22
3.6.1	Análisis diferencial de costeo.....	22
3.6.2	Análisis de sensibilidad.....	22
3.7	DISEÑO EXPERIMENTAL.....	22
3.8	ANÁLISIS ESTADISTICO.....	22
4	RESULTADOS Y DISCUSION.....	23
4.1	PROCESO TECNOLÓGICO.....	23
4.2	RESULTADOS DEL USO DE ACIDULANTES.....	24
4.2.1	Acidificación por medio de ácido cítrico.....	24
4.2.2	Acidificación por medio de ácido acético glacial.....	25
4.2.3	Acidificación por medio de ácido fosfórico.....	25
4.2.4	Curvas de acidificación y de temperatura a partir del uso de acidulantes.....	26
4.3	ANÁLISIS QUÍMICO PROXIMAL.....	27
4.4	VARIACION DEL RENDIMIENTO.....	28
4.5	CARACTERIZACION Y ACEPTACION DEL QUESO.....	28

4.5.1	Evaluación sensorial de los tratamientos en la Planta de Lácteos del Zamorano.....	28
4.5.1.1	Queso fresco sin fundir.....	29
4.5.1.2	Queso fundido.....	29
4.5.2	Análisis de aceptación de los quesos que reunieron los mejores atributos sensoriales, por el personal de "Domino's Pizza".....	29
4.6	ANÁLISIS DE COSTOS.....	30
4.6.1	Análisis de sensibilidad.....	31
4.6.1.1	Tratamiento con ácido cítrico.....	32
4.6.1.2	Tratamiento con ácido acético.....	32
4.6.1.3	Tratamiento con ácido fosfórico.....	33
4.6.1.4	Tratamiento control.....	33
5	CONCLUSIONES.....	35
6	RECOMENDACIONES.....	37
7	BIBLIOGRAFIA.....	38
8	ANEXOS.....	40

## INDICE DE CUADROS

## Cuadro

1.	Composición de queso Mozzarella a partir de varios porcentajes de grasa en la leche.....	5
2.	Terminología frecuentemente utilizada en el manejo de acidulantes.....	6
3.	Soluciones de acidulantes utilizados en la elaboración de Mozzarella.....	18
4.	Resultados del uso de ácido cítrico a 4 °C en la elaboración de queso Mozzarella, usando tandas de 200 litros y leche estandarizada al 2% de grasa.....	24
5.	Resultados del uso de ácido acético glacial en solución a 4 °C en la elaboración de queso Mozzarella, usando tandas de 200 litros y leche estandarizada al 2 % de grasa.....	25
6.	Resultados del uso de ácido fosfórico en solución a 4 °C en la elaboración de queso Mozzarella, usando tandas de 200 litros y leche estandarizada al 2 % de grasa.....	26
7.	Resultados obtenidos del análisis químico proximal de queso Mozzarella en base a materia seca.....	27
8.	Diferencia de medias de rendimiento de los tratamientos y el control.....	28
9.	Evaluación de queso Mozzarella por el personal de "Domino's Pizza"...	30
10.	Resumen de resultados económicos, utilizando rendimientos e ingresos promedios esperados.....	31

## INDICE DE FIGURAS

## Figura

1.	Curvas de acidificación y de temperatura a partir del uso de ácido cítrico	26
2.	Variación de la rentabilidad en base a cambios de precio, en el tratamiento con ácido cítrico (TAC) con un rendimiento de 9.4 %.....	32
3.	Variación de la rentabilidad en base a cambios de precio, en el tratamiento con ácido acético (TAA) con un rendimiento de 9.36 %.....	33
4.	Variación de la rentabilidad en base a cambios de precio, en el tratamiento con ácido fosfórico (TAF) con un rendimiento de 9.36 %....	34
5.	Variación de la rentabilidad en base a cambios de precio, en el tratamiento control (TCO) con un rendimiento de 8.9 %.....	34

## INDICE DE ANEXOS

### Anexo

1.	Costeo de queso Mozzarella. Tratamiento con ácido cítrico.....	41
2.	Costeo de queso Mozzarella. Tratamiento con ácido acético.....	43
3.	Costeo de queso Mozzarella. Tratamiento con ácido fosfórico.....	45
4.	Costeo de queso Mozzarella. Tratamiento control.....	47
5.	Tabla multidimensional de riesgo. Análisis de rentabilidad del tratamiento con ácido cítrico.....	49
6.	Tabla multidimensional de riesgo. Análisis de rentabilidad del tratamiento con ácido acético.....	50
7.	Tabla multidimensional de riesgo. Análisis de rentabilidad del tratamiento con ácido fosfórico.....	51
8.	Tabla multidimensional de riesgo. Análisis de rentabilidad del tratamiento control.....	52
9.	Hoja de evaluación sensorial de queso Mozzarella.....	53

## 1. INTRODUCCION

### 1.1 DEFINICION DEL PROBLEMA

Dentro de los productos que se preparan en la Planta de Industrias Lácteas del Zamorano, se encuentra el queso Zamorella, un tipo de queso Mozzarella que es elaborado en aproximadamente cuatro días. Este periodo de tiempo es necesario para que la cuajada se acidifique y esté lista para su hilado y moldeado; por el tiempo prolongado de acidificación es necesario obtener un proceso de acidificación rápida e implementarlo en la Planta de Lácteos donde se consiga el producto en menor tiempo, reduciendo costos y aumentando la rentabilidad, sin alterar las características del producto.

### 1.2 ANTECEDENTES

En Zamorano se probaron alternativas para reducir el tiempo de obtención del queso Mozzarella (Molina, 1998), mediante la utilización de tres tratamientos, uno con ácido cítrico y dos con cultivos lácticos, los cuales aceleran el tiempo de acidificación de la cuajada. Del tratamiento con ácido cítrico se obtuvo un queso cuyos resultados sensoriales, químicos y económicos fueron superiores al método tradicional. Sin embargo, a pesar de aumentar los rendimientos, no ha sido implementado en la planta de lácteos debido a la falta de abastecimiento de leche.

### 1.3 JUSTIFICACION DEL ESTUDIO

La competencia en el mundo actual es cada vez mayor, por eso las empresas requieren aumentar la eficiencia en sus procesos técnicos y administrativos. En la Planta de Lácteos del Zamorano, se propone hacer más eficiente el proceso de producción de queso Mozzarella mediante el uso de acidulantes, esto reduciría su tiempo de obtención y evitaría el uso de cultivos lácticos, con la consecuente reducción de costos por ahorro de mano de obra, además de permitir cumplir pedidos de queso a corto plazo y aprovechar el uso potencial de los materiales y equipos para la fabricación de otros quesos.

### 1.4 LIMITANTES DEL ESTUDIO

- No se cuenta con un panel catador calificado para poder evaluar características necesarias en el tipo de queso que se quiere desarrollar.

- La literatura sobre el uso de acidulantes en la elaboración de queso Mozzarella, es reducida a nivel de Zamorano, es por eso que varios parámetros en el proceso se desarrollaron en el transcurso de las pruebas.

## 1.5 OBJETIVOS

### 1.5.1 Objetivo general

Desarrollar e implementar un método de acidificación rápida, para elaborar queso Mozzarella mediante el uso de ácidos de grado alimenticio, que sea viable económica, técnica y sensorialmente para las condiciones de la Planta de Lácteos del Zamorano.

### 1.5.2 Objetivos específicos

- Comparar tres acidificantes: ácido acético glacial, ácido cítrico, y ácido fosfórico, e identificar el más viable técnicamente para la elaboración de queso Mozzarella.
- Realizar un análisis diferencial de costo para determinar el tratamiento más rentable.
- Determinar cuál acidificante provee las mejores características sensoriales.
- Realizar un estudio de aceptabilidad del queso Mozzarella desarrollado, en una cadena de "pizzas" de Tegucigalpa.

## 2. REVISION DE LITERATURA

### 2.1 EL QUESO

Para Revilla (1996), el queso por definición es un producto fresco o madurado, obtenido por coagulación y desuerado; a partir de la leche entera, estandarizada, descremada o crema proveniente de algunos mamíferos.

#### 2.1.1 Evolución del queso a nivel mundial

Según Kosikowski (1982), la evolución mundial del queso y productos lácteos fermentados comenzó cientos de años antes de la Era Cristiana, posiblemente en el cálido clima del Mar Mediterráneo. Indiscutiblemente el primero de estos productos fue descubierto accidentalmente, y conocido el principio, se facilitó la creación de productos similares y su diseminación. Estos productos debieron haber sido el común denominador en la nutrición de las nacientes culturas de Egipto y Grecia, pero los antiguos romanos elevaron el queso a un nivel superior. La variedad era la especie de la vida en la era de los Emperadores, y el queso proveía variedad. A partir de los 100 hasta 50 años antes de Jesucristo, tanto emperadores como ciudadanos humildes gustaban en detectar sabores del buen queso y productos lácteos fermentados. Para aumentar los sabores en la dieta de los romanos, se importaron quesos de Inglaterra, Francia, Asia y algunos lugares alpinos.

En países de Norteamérica, Europa y Oceanía, la leche de vaca es la principal materia prima usada en la producción de queso; en otros lugares del mundo usan también leche de cabra, oveja, búfalo, camellos y yak. Probablemente la leche de casi cualquier mamífero puede ser fermentada en un alimento disponible, pero el resultado es ampliamente diferente en sabor, textura y apariencia (Kosikowski, 1982).

En cada país del mundo se han desarrollado diferentes tipos de queso de acuerdo a la materia prima disponible, convirtiéndose incluso en una forma de arte. Para Reinbold (1963), el queso italiano es producto de una cultura ancestral, pues adornaba los banquetes de Césares, era servido como ración para el ejército romano durante sus conquistas, y hoy es parte de platos tradicionales.

Los quesos tipo "cuajada hilada" tales como Provolone, Mozzarella, Ragusano, y Caciocavallo se originaron en el sur de Italia. El término "cuajada hilada" frecuentemente aparece en la literatura italiana y se asume que es una traducción inadecuada para describir el trabajo de estiramiento en este tipo de quesos (Reinbold, 1963).

Para Reinbold (1963), el queso Mozzarella ha experimentado cambios drásticos en su producción tanto en Italia como en los Estados Unidos. La producción en Italia se limitaba a los distritos sureños y la materia prima era únicamente leche de búfalo; ahora es manufacturado también en la parte norte del país, usando leche de vaca como materia prima.

### 2.1.2 Definición y características

Los quesos son una forma de conservación de los dos componentes insolubles de la leche: la caseína y la materia grasa; se obtienen por coagulación de la leche seguida del desuerado, en el curso del cual el lactosuero se separa de la cuajada. El lactosuero contiene la mayor parte del agua y de los componentes solubles de la leche, quedando una pequeña parte aprisionada en la cuajada (Alais, 1985).

Desde el punto de vista nutricional, el queso es considerado como un alimento de alto valor nutritivo, debido a la cantidad y tipo de proteínas, cantidad de grasa, cantidad y proporción en que se encuentran el calcio y el fósforo y la cantidad de vitamina A (Revilla, 1996).

Según Alais (1985), los quesos se encuentran entre los mejores alimentos del hombre, no solamente en razón de su acusado valor nutritivo (materias nitrogenadas bajo diferentes formas, materias grasas, calcio, fósforo, etc.), sino también por las cualidades organolépticas extremadamente variadas que poseen, ya que la variedad es fuente de placer.

## 2.2 PRINCIPIOS DEL QUESO MOZZARELLA

El queso Mozzarella pertenece al tipo de queso de pasta hilada, tradicionalmente hecho de leche grasosa de búfala pero que, debido a la limitación de poder abastecer la gran demanda actual en el mundo, ha tenido que adecuarse este tipo de queso a partir de leche de vaca (Kosikowski, 1982).

Según Kosikowski (1982), usualmente el queso es redondo o en forma de pera, suave con una superficie brillante y de color blanco. Para lograr ese color se pueden usar decolorantes que ayuden a neutralizar la acción de Beta-caroteno que aporta la vaca en su leche, y el cual es responsable de la coloración amarillenta muy conocida. Su contenido de humedad es de 52 a 55%, y de 45% de grasa sobre materia seca, con un rendimiento de 11.5 libras de queso por cada 100 libras de leche, cuando el queso es elaborado con 3% de grasa.

Para Kosikowski (1982), existen varias clases de quesos Mozzarella dependiendo del porcentaje de grasa en la leche utilizada (cuadro 1), la cantidad y tipo de cultivos, y variación del proceso, para lograr una mayor o menor humedad en el producto final.

Cuadro 1. Composición de queso Mozzarella a partir de varios porcentajes de grasa en la leche.

Tipo de queso	Grasa	Humedad %	Proteína
Mozzarella con leche a 3% de grasa	18	53,6	32,1
Mozzarella con leche a 2% de grasa	13,5	57,2	21,2
Mozzarella con leche a 1% de grasa	8	57,3	25,7
Mozzarella de baja Humedad	23,7	47	25

Fuente: Kosikowski (1982), adaptado por el autor.

Según Kosikowski (1982), en la elaboración de queso Mozzarella, luego de definir la estandarización se agregan pequeñas cantidades de cultivo y/o ácidos seguidos de un extracto de cuajo, formando la "cuajada" que no se coce, y que posteriormente se corta y desuera.

Para Kosikowski (1982), el ácido láctico que actuó durante el tiempo de elaboración, y que aún prevalece dentro de la cuajada, libera parte del calcio atrapado como paracascinato mono-cálcico; el pH declina y es cuando podemos indicar que la cuajada está madurando, tendiendo a conseguir características de hilamiento a pH de 5.2. El pH ideal para mezclar y moldear la cuajada caliente está entre 5.3 y 5.1. Si el pH es menor de 5.1 la cuajada tiene dificultad para retener la grasa. El resultado esperado de la mezcla y moldeo es de quitar parte del agua de la cuajada, para su transformación de cuajada áspera, de textura corta, a una suave, manejable, de granos grandes, y de textura satinada. Es en el moldeo donde ocurren pérdidas considerables de grasa y sólidos. Finalmente el queso se coloca en formas apropiadas y se sala adecuadamente.

Para Kosikowski (1982), en la elaboración de Mozzarella de baja humedad, se puede agregar a la leche preparaciones comerciales de lipasa, que le den un suave sabor picante, imitando los quesos Romano y Provolone.

### 2.3 ACIDULANTES

Existen términos indispensables en el manejo de acidulantes en la industria alimentaria. Dichos términos se presentan en el cuadro 2.

Para Hanssen (1987), los ácidos son adicionados en las comidas para impartir un sabor agrio ó penetrante, ó por razones tecnológicas, a fin de controlar las funciones de otras

sustancias en los alimentos. Y para Nielsen (1994), el sabor ácido es reducido por la presencia de azúcar.

Cuadro 2. Terminología frecuentemente utilizada en el manejo de acidulantes.

TÉRMINO	DEFINICIÓN
pH	Logaritmo negativo de la concentración de hidrógeno
Ácido	Donante de protones, donde el ion de hidrógeno es el único protón donador de importancia en alimentos
Base	Aceptor de protones, donde el ion de hidrógeno es el único ion aceptado de importancia en alimentos
Peso equivalente	Peso molecular de un ácido o base dividido por el número de hidrógenos o grupos hidroxilo ionizables en la molécula
Normalidad	Número de equivalentes por litro o mili-equivalentes por mililitro
Molaridad	Número de moles de un compuesto por litro de una solución

Fuente: Nielsen (1994), adaptado por el autor.

Según Gardner (1966), el rol de los acidulantes en los alimentos incluye el mejorar y modificar el sabor de los productos, preservar la comida, servir como agentes gelificantes para la pectina, como una fuente de acidez en los procesos de fermentado, y como catalizadores para la inducción de sucrosa. Ciertos ácidos y sus sales son usados como estabilizadores y como materiales para modificar la textura del queso, modificar la consistencia y el fundido en la manufactura de productos como caramelo y queso.

Los ácidos más comunes presentes en forma natural en los alimentos son el cítrico, málico, láctico, y tartárico. En la industria de bebidas carbonatadas el CO<sub>2</sub> y ácido fosfórico contribuyen a dar acidez (Nielsen, 1994).

Existen sustancias que controlan la acidez, que son conocidas como bases. Hanssen (1987), considera que los hidróxidos de sodio, de calcio y de amonio son sustancias que sirven para mantener el balance iónico y regular el pH.

Según Gardner (1966), la cantidad de acidulante añadido en los alimentos depende no sólo del tipo de comida, sino también de los gustos y preferencias de los mercados meta. Frecuentemente un alimento es muy popular en un área, pero no muy conocido en otra. Esto demuestra la diferencia en gustos de la población.

Para Gardner (1966), una de las funciones de las personas que desarrollan y elaboran productos alimenticios es determinar las diferencias en gustos de la población para modificar los alimentos mediante el uso de acidulantes, a fin de satisfacer a la mayoría. Los acidulantes tienen la habilidad de intensificar el sabor de ciertos agentes saborizantes que pueden estar presentes o ser añadidos en las comidas.

## 2.4 PRESENCIA DE ACIDULANTES EN LA LECHE

La leche contiene normalmente ácidos orgánicos en muy pequeñas cantidades tales como los ácidos alifáticos de bajo peso molecular, especialmente los ácidos fórmico, acético y láctico en proporciones aproximadas al 0,040, 0,038 y 0,055 %, respectivamente (Alais, 1985).

### 2.4.1 Ácido Cítrico

Para Alais (1985), el ácido cítrico se encuentra en notable proporción en la leche de vaca (1.8 %); no se halla en cantidad apreciable en la sangre y otros humores, pero es abundante en los huesos; se forma en la mama a partir del ácido pirúvico. Interviene en el estado de equilibrio del calcio, y se encuentra tanto en solución saturada como en estado coloidal.

El ácido cítrico es un componente normal de la leche y se encuentra entre 1.8 y 2.45 g/kg de leche entera. Este ácido es la materia prima para la producción de algunos compuestos aromáticos, simultáneamente con el proceso de la fermentación láctica y son ellos los que nos indican que la leche puede estar ácida, porque el ácido láctico no tiene olor (Revilla, 1996).

Según Veisseyre (1972), a partir del ácido cítrico se producen acetoína y diacetilo que proporcionan el aroma en la mantequilla, a partir de compuestos intermediarios como el ácido pirúvico, el ácido oxaloacético, y el ácido acetoláctico.

Se ha observado una fuerte correlación entre el contenido en ácido cítrico y de calcio soluble, independientemente de las variaciones estacionales. En la leche de mamitis se produce una disminución del contenido de ácido cítrico que es proporcional al aumento en NaCl (Alais, 1985).

### 2.4.2 Ácido Acético

Para Veisseyre (1972), el ácido acético formado en el aparato digestivo de los rumiantes es utilizado en la glándula mamaria para elaborar los ácidos grasos saturados constitutivos de la grasa de la leche.

### 2.4.3 Ácido Fosfórico

El ácido fosfórico es un acidulante inorgánico. En la leche se encuentran sólo lípidos complejos fosforados y nitrogenados: los fosfoaminolípidos. Entre ellos, los más importantes son las lecitinas. Están constituidas por glicerina, ácidos grasos, ácido fosfórico y una base nitrogenada, la colina (Veisseyre, 1972).

Según Veisseyre (1972), la caseína de la leche se trata de un fosfoproteido, en el que la fracción no protídica de la molécula está representada por el ácido fosfórico.

## 2.5 FUENTES DE ACIDEZ PARA ELABORAR QUESO MOZZARELLA

Según Kosikowski (1982), históricamente se utilizaba leche cruda para fabricar Mozzarella sin la adición de cultivo iniciador, obteniéndose una cuajada suficientemente ácida para su estiramiento; sin embargo se obtenía usualmente un producto rancio y de dudosa seguridad.

Para Kosikowski (1982), las bacterias utilizadas para la elaboración de queso Mozzarella proveen la acidez necesaria para el estiramiento de la cuajada (pH 5.2), e incluyen el *Streptococcus lactis* (*S. lactis*), *S. fecalis*, y para el queso Mozzarella de baja humedad el *S. thermophilus* y el *Lactobacillus bulgaricus*.

Según Kosikowski (1982), una fuente alternativa de alcanzar el nivel de acidez deseado es la directa aplicación de ácido para alimentos, que incluyen el acético, láctico, cítrico, e hidrocórico. En muchas fábricas se practica el uso de ácido acético o vinagre como remplazante del ácido láctico desarrollado por bacterias, debido a la facilidad de obtener el pH óptimo y el control del estiramiento de la cuajada, mientras que otras empresas utilizan la combinación de ácido acético y cultivo.

## 2.6 ÁCIDOS UTILIZADOS EN EL ESTUDIO

Los ácidos utilizados en el estudio son el ácido cítrico anhidro, ácido acético glacial, y el ácido fosfórico.

### 2.6.1 Ácido Cítrico Anhidro ( $H_3C_6H_5O_7$ )

Para Nielsen (1994), el ácido cítrico anhidro tiene un peso molecular de 192.12 y 3 unidades equivalentes por mol, y un peso equivalente de 64.04.

El ácido cítrico se emplea principalmente en la preparación de bebidas refrescantes (Restrepo y Vargas, 1970).

El ácido cítrico no presenta actividad óptica, un hecho que es importante para averiguar su fórmula estructural. Se encuentra en muchas frutas y puede producirse tanto por fermentación como por síntesis química (Brewster y Mc Even, 1980).

Según Domínguez (1980), el ácido cítrico es monoxítricarboxílico, y es un compuesto frecuente en frutas tales como el limón y otros cítricos. Se consume en gran cantidad, y se obtiene industrialmente a partir de melazas y otras fuentes de sacarosa por fermentación de *Aspergillus niger*.

Para Restrepo y Vargas (1970), uno de los modos de obtención del ácido cítrico es a partir del jugo de limón, el cual se ebulle para coagular las sustancias proteínicas y luego se trata con carbonato de calcio para formar el citrato de calcio, que precipita y puede separarse por filtración; una descomposición posterior de esta sal con ácido sulfúrico, regenera el ácido cítrico. Se puede obtener también a partir de soluciones de sacarosa, glucosa o melazas de azúcar, en presencia de algunas sales inorgánicas, mediante ciertos mohos u hongos como por ejemplo *Citronyces pferranilus* y *Aspergillus wentii*. Asimismo, puede obtenerse por métodos sintéticos a partir de la glicerina.

### 2.6.2 Ácido Acético ( $\text{HC}_2\text{H}_3\text{O}_2$ )

Para Nielsen (1994), el ácido acético tiene un peso molecular de 60.06; 1 unidad equivalente por mol, y un peso equivalente de 60.05. Y según Guy y Woods (1964), el ácido acético es una sustancia estable, y la mayor parte de sus reacciones se debe al hecho de que es un ácido débil.

Para Wingrove y Caret (1984), el ácido acético se presenta hasta en 5% en el vinagre. Proviene de la oxidación catalizada por una enzima del etanol en el vino, la cerveza y la sidra.

Para Restrepo y Vargas (1970), el ácido acético es el más importante de los ácidos carboxílicos, encontrándose abundantemente en la naturaleza, principalmente en diversos frutos y en algunas esencias en forma de ésteres. Se halla también en muchos productos de fermentación, como mostos, vinagres, leche agria, queso, etc.

Según Rakoff y Rose (1988), el ácido acético proviene de la fermentación ácida de los vinos en forma de vinagre (ácido acético de aproximadamente 5%). Se obtiene por fermentación aerobia de soluciones alcohólicas mediante bacterias del género *Acetohacter*. Se caracteriza por ser un líquido incoloro, de olor irritante y totalmente miscible con agua, pudiendo causar ampulación en contacto con la piel.

Según Guy y Woods (1964), se puede obtener ácido acético glacial, mediante purificación de ácido acético por destilación fraccionada, y tratando el destilado (aproximadamente 99% de pureza) con permanganato de potasio o bicromato para oxidar

casi todas las impurezas. Al enfriar el destilado, se separa en forma de cristales incoloros. Rakoff y Rose (1988) propone la obtención de ácido acético glacial en forma de cristales a 16,6 °C, por oxidación catalítica de alcohol etílico o de acetaldehído en fase de vapor sobre catalizadores metálicos. El acetaldehído se obtiene comercialmente mediante la hidratación del acetileno.

### 2.6.3 Ácido Fosfórico ( $H_3PO_4$ )

El ácido fosfórico es un acidulante inorgánico. Para Keenan, Kleinfelter y Wood (1990), el ácido fosfórico anhidro,  $H_3PO_4$ , es un líquido viscoso e incoloro a temperatura ambiente. Las soluciones acuosas de cualquier concentración pueden prepararse fácilmente disolviendo óxido de fósforo en agua

El ácido fosfórico se utiliza en la fabricación de detergentes, fertilizantes, cosméticos y refrescos (Brady y Humiston, 1988).

Para Nielsen (1994), el ácido fosfórico tiene un peso molecular de 98, y 3 unidades equivalentes por mol, con un peso equivalente de 32,67.

## 2.7 PROCESO TECNOLÓGICO DE LA ELABORACIÓN DEL QUESO

La elaboración del queso Mozzarella requiere de lo siguiente:

### 2.7.1 Recepción de la leche

La recepción de la leche es el conjunto de operaciones por las cuales se recibe, verifica y registra el peso o volumen de la leche en las plantas y estaciones de recepción, se examina y se vacían los recipientes de transporte en el estanque de recibo, desde donde se impulsa por medio de una bomba hacia los estanques de almacenaje pasando previamente a través de un enfriador y de un filtro o de una clarificadora (Keating y Rodríguez, 1986).

Según Alais (1985), la calidad de la leche y de los productos lácteos puede concebirse desde el punto de vista químico, higiénico, tecnológico e industrial, reglamentario y legal, organoléptico y de las exigencias del consumidor, económico y social, y regional.

De acuerdo a Veisseyre (1972), la organización en la recepción de la leche determina el trabajo de todas las secciones de la fábrica, y comienza en el muelle, por lo que se convierte en uno de los centros vitales de la empresa.

Para Potter y Hotchkiss (1995), la leche es el alimento legalmente más controlado en los Estados Unidos y en otros países, con exigencias de composición mínima de grasa de 3.25% y de 8.25% de total de sólidos.

Para Revilla (1996), la leche para quesos debe contener alta cantidad de proteína coagulable, lo cual normalmente ocurre en el décimo o décimo primer día después del parto, una proporción equilibrada de sales minerales especialmente calcio disponible, poseer poca cantidad de microorganismos a fin de evitar interferencias o incompatibilidad con los microorganismos inoculados, poseer la capacidad de ser coagulada en forma rápida por el cuajo, estar libre de sustancias inhibidoras del crecimiento microbiano como antibióticos, detergentes y desinfectantes por que interfieren en el proceso de la fermentación. Keating y Rodríguez (1986), afirman que para producir buenos quesos se tiene que partir de leche de buena calidad, sin olores o sabores anormales y que proceda de animales sanos.

Las leches mastíticas son muy perjudiciales en la fabricación de quesos, aun la leche de vacas clínicamente curadas pueden causar perturbaciones en la fabricación. Parece que las leches de vacas clínicamente curadas de mastitis contienen elementos bacteriostáticos que impiden el trabajo de los fermentos. Por lo tanto, aunque esta leche sirva para leche fluida, no sirve para la fabricación de queso. La Penicilina y Acromicina, etc., de los tratamientos cuando pasan a la leche, perjudican altamente la fabricación de queso pues inhiben el desarrollo normal de los fermentos lácticos.

### 2.7.2 Estandarización y pasteurización de la leche

Según Kosikowski (1982), de acuerdo al porcentaje de grasa con el cual se obtenga la leche de vaca, se debe estandarizar, lo cual determinará su comportamiento en el rendimiento, características físico-químicas y precio del queso Mozzarella. Al elaborar queso con leche estandarizada a 2 y 3% de grasa se obtiene un producto con 13.5 y 18% de grasa respectivamente.

Para Revilla (1996), el procedimiento de pasteurización aplicado a la leche, además de prolongar su vida comercial, también elimina todos los microorganismos capaces de causar enfermedades.

Hoy en día, los dos métodos aceptados para la pasteurización de la leche son (1) el método de calentamiento de cada partícula de leche a una temperatura no inferior a 63 °C manteniéndola durante un tiempo no menor a 30 minutos, y (2) el método de temperatura alta-tiempo corto de calentamiento de cada partícula de leche a una temperatura no inferior a 72 °C manteniéndola durante un tiempo no menor a 15 segundos (Potter y Hotchkiss, 1995).

### 2.7.3 Adición de cloruro de calcio

Según Keating y Rodríguez (1986), la presencia de sales de calcio en forma de iones libres (en forma soluble) es necesaria para conseguir una acción efectiva del cuajo y a la vez asegurar una buena consistencia en la cuajada.

La adición de sales de calcio a la leche facilita la coagulación, mejora el rendimiento, acelera de cierto modo la salida del suero y determina una mejor retención de la grasa y otros sólidos (Keating y Rodríguez, 1986).

Para Veisseyre (1972), la acción del cloruro de calcio no solamente interviene aumentando el contenido de la leche en iones Ca positivos, sino que también reduce el pH, es decir aumenta la concentración de iones H positivos, pudiendo en consecuencia acelerar la coagulación.

En general se usa el cloruro de calcio o el fosfato monocálcico, pero el primero es más eficaz ya que por ser más soluble (más ionizado) permite la presencia de más iones libres de calcio (Keating y Rodríguez, 1986).

Para Keating y Rodríguez (1986), el exceso de concentración de cloruro de calcio puede retardar la sinéresis y dar origen a una cuajada porosa que elimina el suero con dificultad. Y según Veisseyre (1972), no se debe exagerar la cantidad de cloruro de calcio añadido porque se corre el riesgo de obtener quesos de gusto amargo y de pasta dura y seca.

Según Keating y Rodríguez (1986), la acción del cloruro de calcio parece deberse a la acción favorable en la formación de fosfatos insolubles y a la recomposición del equilibrio del calcio en el complejo de la caseína, posiblemente afectada por el calor.

El cloruro de calcio se usa en forma de solución y en dosis de 10-25 a 30 gramos por 100 litros de leche, dependiendo la dosis de la ionización natural del calcio existente en la leche. (Como la elevación de acidez libera iones de calcio, el  $\text{CaCl}_2$  se emplea en menor cantidad en leches ácidas) (Keating y Rodríguez, 1986).

#### 2.7.4 Coagulación de la leche

Según Kosikowski (1982), en el norte de Italia se fabrican quesos Mozzarella, calentando hasta 30 °C, adicionando 150 ml de renina doble fuerza por cada 1000 libras de leche.

Para Potter y Hotchkiss (1995), la coagulación de la caseína de la leche puede ser hecha con enzima (usualmente renina), y con ácido (usualmente ácido láctico).

**2.7.4.1 Coagulación enzimática.** Para Revilla (1996), las enzimas utilizadas en la coagulación enzimática de la leche pueden ser de origen animal o microbiológico. Dentro de las provenientes de origen animal están la quimosina o renina, y la pepsina; y dentro de las enzimas provenientes de origen microbiológico están las producidas por los mohos *Endothia parasiticus*, *Mucor pusillus* y *Mucor miehei*, de uso más generalizado por menor costo.

Según Veisseyre (1972), el mecanismo íntimo de la coagulación comprende las siguientes fases:

- En la primera fase el cuajo desdobra el caseinato cálcico de la leche en un paracaseinato cálcico y en una materia nitrogenada soluble (proteosa que pasaría al suero).
- En la segunda fase el paracaseinato se insolubiliza y forma un gel irreversible en presencia de una cantidad suficiente de sales de calcio en solución que se fija en el paracaseinato.
- Cuando a una leche privada de las sales de calcio solubles, por ejemplo después de un calentamiento pronunciado que transforma los fosfatos bicálcicos solubles en fosfatos tricálcicos insolubles, se le añade cuajo, no puede coagular. Pero si a la misma leche a la que se ha añadido el cuajo se le añade un poco de cloruro cálcico se coagula en masa rápidamente. El gel obtenido por acción del cuajo retiene, además energicamente el calcio, siendo el suero exudado muy pobre en este elemento, contrariamente a lo que sucede en el curso de la sinéresis de la cuajada obtenida por adición de un ácido.

2.7.4.2 Coagulación ácida. En la realización del proyecto especial no se realizó una coagulación de tipo ácida, sin embargo es necesario explicarla para comparar la diferencia con la coagulación enzimática.

La coagulación por medio de ácidos es usada para producir quesos blandos, frescos o madurados, con fermentación en la superficie (Keating y Rodríguez, 1986).

Para Veisseyre (1972), la coagulación ácida o láctica se produce mediante acción de las bacterias lácticas, que degradan la lactosa para formar ácido láctico, que reduce el pH de la leche, y cuando se alcanza el punto isoelectrico de la caseína (pH 4.6) la leche floccula y forma un gel con las características siguientes: firmeza, friabilidad, permeabilidad, contractibilidad reducida de las micelas.

La coagulación ácida, generalmente es obtenida por fermentación láctica, sin embargo, también puede obtenerse por medio de la adición de ácido acético o ácido cítrico. La coagulación ácida transforma progresivamente el fosfato dicálcico de la caseína hasta dejarlo en forma de caseína pura con formación secundaria de lactato de calcio soluble o sales de calcio con los otros ácidos (Revilla, 1996).

El ácido láctico transforma progresivamente el fosfato bicálcico de la caseína en fosfato monocálcico que, a su vez es desmineralizado poco a poco, perdiendo el resto del calcio hasta que es precipitado, llegando al estado de caseína pura con formación secundaria de lactato de calcio soluble. Esta precipitación empieza generalmente a un pH de 5.2-5.3, y de la caseína a un pH de 4.5-4.7 a 21 °C (Keating y Rodríguez, 1986).

Para Keating y Rodríguez (1986), en el punto isoelectrico de la caseína, se encuentra en su estado más puro y en el punto más bajo de su solubilidad. Por eso en las condiciones

usuales de trabajo, en el pH de 5.2-5.3 la caseína coagulada todavía está algo mineralizada, reteniendo aun algo de calcio y manteniendo alguna solubilidad.

La elevación de la temperatura de trabajo no solamente acelera la coagulación a niveles más altos de pH, sino también permite (por acción del propio calcio y por tanto la mineralización existente) regular la humedad de estas cuajadas ya que favorece cierta contracción de las partículas de caseína que expulsan el suero (Keating y Rodríguez, 1986).

Para Revilla (1996), la cuajada ácida obtenida por precipitación de la caseína a pH de 4.6 y 21 °C es desmenuzable y sin cohesión. Y para Keating y Rodríguez (1986), 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 disperse en partículas muy pequeñas que provoquen grandes pérdidas de rendimiento.

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 (Keating y Rodríguez, 1986).

En tanto que una cuajada láctica (ácida) bien desuerada espontáneamente, liberada por tanto de su calcio, da un queso de pasta muy plástica, pero sin cohesión, una cuajada enzimática desuerada mecánicamente, que aún conserva su calcio, da, por el contrario un queso de pasta muy firme, porque las micelas de paracaseinato siguen estando estrechamente soldadas (Veisseyre, 1972).

Según Keating y Rodríguez (1986), la masa obtenida de cuajadas ácidas es granulosa, friable, y se contrae menos que la cuajada al cuajo, por esto se recomienda en algunos casos usar conjuntamente pequeñas cantidades de cuajo para la producción de ciertos quesos, más mineralizados y con textura más flexible.

### 2.7.5 Corte de la cuajada

Según Kosikowski (1982), se procede al corte de la cuajada mediante el uso de liras, una horizontal y otra vertical con separación variable, pudiendo ser de 1 cm entre cada nylon para lograr pequeños bloques. Se aplica la lira horizontal en un solo sentido, mientras que la vertical es aplicada tanto a lo largo como a lo ancho, y se deja en reposo durante 5 minutos.

La cuajada formada no es cocida sino simplemente cortada, y el suero es drenado; tampoco se añaden saborizantes (Kosikowski, 1982).

En el proceso de elaboración del queso Mozzarella tradicional no se utiliza el calentamiento, sin embargo será utilizado para el desarrollo del proyecto especial, puesto que según Kosikowski (1982), el objetivo de la cocción es de contraer las partículas de

cuajada y causar sinérisis; además de que la cocción afecta la textura, así como la humedad del producto final.

#### 2.7.6 Desuerado de la cuajada

El gel producto de la floculación y de la hidratación de las micelas de caseína o de paracaseína constituye un estado físico muy inestable. Asistimos entonces a una evolución más o menos rápida, pero en todo caso espontánea, caracterizada por la contracción de las micelas, proceso acompañado de expulsión del líquido que retenían primitivamente. Es el fenómeno físico de la sinérisis, que en quesería constituye el desuerado, al cabo del cual se logra prácticamente la separación de una especie de torta formada fundamentalmente por la caseína y la materia grasa. El líquido expulsado constituye el suero, que principalmente contiene lactosa, lactalbúmina, y lactoglobulina (Veisseyre, 1972).

#### 2.7.7 Madurado

Según Kosikowski (1982), la cuajada debe pasar por un proceso de madurado, a fin de que las bacterias del cultivo láctico produzcan ácido láctico, y hagan alcanzar a la cuajada un pH de 5.2-5.4.

La etapa de madurado será obviada en el desarrollo del proyecto, utilizando ácidos orgánicos.

#### 2.7.8 Fundido, hilado y salado

Kosikowski (1982), aclara que cuando el pH de la cuajada llega a 5.2-5.4 ó cuando ha pasado la prueba de elasticidad está lista para su cocción y moldeo. Para Reinbold (1963), muchos manufactureros de queso Mozzarella no toman en cuenta la acidez de la cuajada para su fundido, sino que realizan la prueba de elasticidad que consiste en tomar pequeñas porciones de cuajada y sumergirlas en agua a 180° F, si estira está lista para su cocción. Esta decisión depende de la habilidad de la cuajada de formar hilos largos y coherentes.

Para Reinbold (1963), los pedazos de cuajada deben ser colocados en el recipiente donde se va a realizar el moldeo, añadiendo agua a 180 °F. Según Kosikowski (1982), la cantidad de agua utilizada debe ser de 100 libras, por cada 200 libras de cuajada, dejando el agua por sólo un par de minutos, y trabajar las piezas al calor, mezclándolas hasta que se vuelvan suaves y elásticas.

Para Revilla (1996), la cantidad de sal en queso puede variar de 1 a 6% y su aplicación es hecha según el tipo de queso, utilizando las siguientes técnicas:

- Directamente a la leche en dosis de 0.4% con relación al peso de la leche.
- A la cuajada en suero en proporción de 6% con relación al peso de la leche.
- A la cuajada después del desuerado en dosis de 0.2% con relación al peso de la leche.
- A la superficie del queso, aplicando for frotamiento de 7% de sal con relación al peso del queso, o por inmersión en salmuera.

Kosikowski (1982), recomienda utilizar una salmuera al 23% de ClNa durante 2-12 horas para el salado de queso Mozzarella.

### 2.7.9 Empacado y almacenaje

Según Kosikowski (1982), luego del salado se debe remover el queso de la salmuera, secarlo brevemente y empacarlo en empaques al vacío en material de "Cryovac" o polietileno. Posteriormente se debe almacenar a 4.5 °C hasta su comercialización.

### 3. MATERIALES Y METODOS

#### 3.1 UBICACION

El proyecto especial se realizó en la Planta de Industrias Lácteas de Zamorano, localizada en el Departamento de Francisco Morazán, a 32 km al este de Tegucigalpa, Honduras, a una altura de 800 msnm, con una temperatura promedio anual de 24 °C y una precipitación promedio de 1100 mm anuales.

#### 3.2 MATERIALES Y EQUIPO UTILIZADOS

Los materiales utilizados fueron:

- Ácido acético glacial, presentación líquida a temperaturas superiores a los 16.6 °C. Pureza  $\geq 99.9\%$ . Concentración = 100%
- Ácido cítrico anhidro, presentación en cristales solubles a temperatura ambiente. Pureza  $\geq 99\%$ . Concentración = 100%
- Ácido fosfórico, presentación líquida a temperatura ambiente. Pureza de 85.1%, concentración 120 PPM máximo
- Agua caliente a 82 °C
- Agua fría a 4 °C
- Bolsas plásticas
- Cuaje líquido Hansen de doble potencia
- Leche de vaca pasteurizada y estandarizada al 2% de grasa
- Sal refinada

Los equipos utilizados fueron los siguientes:

- Cuchillos
- Liras: vertical y horizontal de 1 cm de separación
- Marmita de 40 litros de capacidad
- Moldes de madera
- Pasteurizador de placas de flujo continuo
- Palas de acero inoxidable
- Potenciómetro
- Tina quesera de 200 litros de capacidad
- Paletas de madera blanca

### 3.3 METODOLOGIA DEL PROYECTO

El desarrollo del proyecto especial se basó en los siguientes puntos:

1. Preparación de los acidulantes utilizados
2. Obtención de las cantidades de soluciones de acidulantes para cada tratamiento
3. Elaboración del queso Mozzarella con los acidulantes y repeticiones de tratamientos
4. Análisis Químico Proximal
5. Caracterización y aceptación del queso
6. Análisis estadístico

#### 3.3.1 Preparación de las soluciones de los acidulantes utilizados

Se utilizó una solución líquida ácida, manteniéndola en refrigeración a 4 °C hasta su aplicación a la leche. Se usó el método de prueba y error para encontrar la cantidad de ácido y obtener una cuajada con características de elasticidad propias de un Mozzarella.

Las soluciones de ácido acético, cítrico y fosfórico se prepararon en el laboratorio de la Planta de Industrias Lácteas, utilizando agua destilada como medio de dilución.

Cuadro 3. Soluciones de acidulantes utilizados en la elaboración de Mozzarella.

ÁCIDO	Concentración Ácido	Concentración solución	solución (ml)	Preparación
Cítrico	100%	50%	700	350 g de ácido cítrico anhidro más 350 ml de agua destilada
Acético	100%	50%	500	250 ml de ácido acético glacial más 250 ml de agua destilada.
Fosfórico	120 ppm	60 ppm	650	325 ml de ácido fosfórico más 325 ml de agua destilada

3.3.1.2 Preparación del ácido cítrico. Según cantidades descritas en el Cuadro 3 se realizó la mezcla del ácido cítrico anhidro de presentación en cristales, con el agua destilada. Se agitó constantemente a fin de que la disolución de los cristales en el agua sea total; a la solución se enfrió a 4 °C y se mantuvo en refrigeración hasta su aplicación a la leche fría (4 °C).

**3.3.1.1 Preparación del ácido acético.** Se utilizó una mascarilla como equipo de protección para evitar el olor irritante del ácido acético glacial, y se evitó el contacto directo con piel o mucosas utilizando guantes. La preparación de la solución de ácido acético se realizó según las cantidades del Cuadro 3, mediante la mezcla del ácido y del agua destilada, los dos en estado líquido; a la solución se enfrió a 4 °C y se mantuvo en refrigeración hasta su aplicación a la leche fría (4 °C).

**3.3.1.3 Preparación del ácido fosfórico.** Se realizó la mezcla del ácido fosfórico con el agua destilada según cantidades que aparecen en el Cuadro 3, mediante la mezcla de los dos líquidos; a la solución obtenida se enfrió a 4 °C y se mantuvo en refrigeración hasta su aplicación a la leche fría (4 °C). La precaución en el manejo del ácido fosfórico fue el evitar su contacto directo con piel o mucosas para evitar lesiones, por eso se utilizaron mascarilla y guantes.

### 3.3.2 Obtención de las cantidades de soluciones para cada tratamiento

La cantidad de acidulante utilizado se determinó probando con un litro de leche a 4 °C y añadiéndole volúmenes conocidos de ácido, hasta que la leche alcance un pH de 5.6.

### 3.3.3 Elaboración del queso Mozzarella con los acidulantes y repeticiones

La manufactura de queso Mozzarella se elaboró considerando las condiciones de la Planta de Industrias Lácteas de Zamorano, utilizando tandas de 200 l de leche y tres repeticiones.

- 1. Estandarización y pasteurización de la leche.** Se estandarizó leche de vaca a 2% de grasa. La leche se pasteurizó mediante el método de Temperatura alta tiempo corto (TATC) a 75 °C durante un tiempo de sostenimiento de 15 segundos, y bajando finalmente su temperatura a 4 °C, para su traslado a la tina quesera. Antes de la pasteurización se realizó la prueba de acidez titulable expresada como ácido láctico (ATECAL), que debe estar entre 0.14-0.18. Posteriormente se adicionó 0.2 ml de  $\text{ClCa}_2$  por cada litro de leche.
- 2. Adición del producto acidulante.** Se mantuvo la temperatura de la leche a 4 °C, y según cada tratamiento descrito en el cuadro 3 se adicionó el acidulante a una temperatura de 4 °C, agitando suave pero constantemente la leche a fin de asegurar una buena distribución del acidulante. Posteriormente se midió el pH de la leche, el cual debe ser de 5.6.
- 3. Coagulación.** Se calentó la leche hasta 27 °C y se añadió 0.1 ml de cuajo Hansen doble potencia por cada litro de leche. La dilución es de 2 ml de agua por cada 0.1 ml de cuajo.

4. **Cortado del coágulo.** Una vez que se formó el coágulo y se obtuvo la textura adecuada, se procedió a su cortado en cubos de 1 cm de lado mediante el uso en secuencia de la lira horizontal y vertical, y se dejó en reposo durante 5 minutos.
5. **Cocción de la cuajada.** Se realizó la cocción de la cuajada a una temperatura de 38 °C durante 35 minutos, agitando suave y constantemente.
6. **Desuerado de la cuajada.** Se desueró y se arrimó la cuajada a los lados de la tina quesera, se cortó en bloques y se volteó para facilitar su desuerado.
7. **Fundido, hilado y salado de la cuajada.** Se verificó que el pH de la cuajada sea de 5.2 para proceder a realizar pruebas de estiramiento en agua caliente a 82 °C. Una vez que se observó que la cuajada tenía elasticidad se pesó para calcular la cantidad de sal en base a peso. Posteriormente se cortó la cuajada en cubos de aproximadamente 5 cm, y se añadió agua a 75 °C hasta cubrirla. Se procedió al mezclado utilizando palas de madera, y una vez obtenida una sola masa derretida se dejó escapar el agua. Con vapor en la camisa de la quesera se procedió al estirado e hilado de la cuajada. Cuando se estiró la cuajada se añadió sal refinada espolvoreándola sobre la superficie. La cantidad de sal utilizada fue de 1.5% del peso de la cuajada.
8. **Moldado y empaçado.** Finalmente se colocó el queso en moldes de madera de la planta, y se dejó a temperatura ambiente hasta que se enfriara, antes de almacenarla en la cámara fría a 10 °C.

Al queso obtenido se le dejó en reposo durante tres días, a fin de que la sal se distribuya en todo el volumen, y que llegue a un equilibrio. Posteriormente los bloques de queso se se empacaron al vacío a fin de que conserve sus características de humedad, antes de ser recolectadas las muestras para sus respectivos análisis, así como para su evaluación y venta.

### 3.4 ANALISIS QUÍMICO PROXIMAL

El análisis químico-proximal se lo realizó en el Laboratorio de Nutrición Animal del Zamorano.

Se obtuvo una muestra compuesta por cada tratamiento. Cada muestra compuesta constaba de tres submuestras, una por cada repetición. Para comparar, se decidió utilizar queso Mozzarella elaborado en la planta, empleando el método tradicional de tres días.

Los análisis realizados fueron los siguientes :

Humedad mediante deshidratación a 105 °C.

Proteína cruda por el método Kjeldahl (N\* 6.38).

Grasa mediante el método de Babcock (Revilla, 1995).

Ceniza mediante incineración a 580 °C.

### 3.5 CARACTERIZACION Y ACEPTACION DEL QUESO

#### 3.5.1 Evaluación sensorial

Se realizaron pruebas de evaluación sensorial de los quesos, mediante un panel de personas afines al área de lácteos del Zamorano, estudiantes de cuarto año, y estudiantes de tercer año que están en el módulo de Lácteos, con un total de 9 panelistas. El objetivo del uso de personas afines al área de lácteos fue de aprovechar su experiencia y conocimiento de los parámetros del queso Mozzarella. Se evaluó color y consistencia para queso en bloque, y olor, sabor, textura, elasticidad y calidad global en queso fundido.

La evaluación sensorial se desarrolló en la Planta de Lácteos de Zamorano, en un cuarto independiente, sin interrupciones, con temperatura entre 21 y 25 °C. La preparación de las muestras fue diferente de acuerdo a la presentación del queso:

- Las muestras de queso fresco se prepararon en cubos de aproximadamente 1.5 cm de lado, y se presentaron al panelista al mismo tiempo, a fin de que pueda comparar el color y la consistencia de cada tratamiento. La temperatura del queso fue de 10 °C.
- El queso fundido se preparó en un plato petri y se introdujo en un horno a temperatura de 400 °F durante un minuto 30 segundos, y se presentó al panelista cada muestra, siempre y cuando haya terminado de evaluar la muestra anterior. El objetivo de presentar las muestras individualmente fue de darle el queso a una misma temperatura, con un mismo tiempo de exposición al calor para evaluar correctamente sus características de estiramiento, porque el queso cuando se enfría pierde esta propiedad. El objetivo de presentar la muestra en platos petri, fue el de evitar olores que no sean propios del queso.

#### 3.5.2 Pruebas de aceptación de los quesos

Una vez determinado el queso que dio las mejores características tanto técnicas, económicas y sensoriales, se realizó una prueba de aceptación del producto en la sucursal del "Boulevard" Mozarán de "Domino's Pizza" en Tegucigalpa. El tratamiento usado fue el tratamiento con ácido cítrico y se picó en el cutter del rastro del Zamorano. También se evaluó una muestra del tratamiento control en la misma presentación.

Las características evaluadas por las personas encargadas de compras de la "pizzería" fueron: color, consistencia, aroma, sabor, textura, elasticidad, calidad global, y resistencia a quemado en la elaboración de la "pizza".

La "pizza" tamaño grande se elaboró en un horno a 500 °F. De acuerdo a receta propia de la "Domino's Pizza", se usaron 5 onzas de queso.

### 3.6 ANALISIS ECONOMICO

El análisis económico se realizó con el fin de identificar cuál acidulante utilizado es el más viable económicamente en la elaboración de queso Mozzarella. Para tal efecto se efectuó un análisis diferencial de costeo, y un análisis de presupuestos parciales.

#### 3.6.1 Análisis diferencial de costeo

Se realizó un análisis diferencial de costeo de los tratamientos, para obtener su rentabilidad.

Para calcular los ingresos por ventas se tomó como precio el de transferencia que la planta utiliza para el queso Zamorella al puesto de ventas del Zamorano.

Para determinar la utilidad de la operación se determinaron los costos fijos y variables. Para calcular el retorno al capital y al riesgo se determinaron además los gastos incurridos en la elaboración del queso. Finalmente se calculó la rentabilidad sobre ventas, la rentabilidad sobre los costos, la cantidad mínima de equilibrio para la venta, y el precio de equilibrio.

#### 3.6.2 Análisis de sensibilidad

Para el análisis de sensibilidad se elaboró una tabla multidimensional de riesgo por cada tratamiento, variando a partir del escenario esperado de rendimiento y precio.

Con los datos obtenidos de la tabla se construyeron gráficas de precio y rentabilidad manteniendo el rendimiento constante. El objetivo es visualizar cuál debe ser el precio para obtener 20% de rentabilidad sobre costos, que es la mínima deseable por la administración de la Planta de Lácteos del Zamorano.

### 3.7 DISEÑO EXPERIMENTAL

Se utilizó un Diseño Completamente al Azar (DCA) con tres tratamientos y tres repeticiones.

### 3.8 ANALISIS ESTADISTICO

Se usó el programa "Statistical Analysis System " (SAS<sup>®</sup>) versión 6.12 para el análisis estadístico de las variables rendimiento y sensoriales. La comparación se realizó entre los tratamientos y el control. En el análisis de varianza se utilizó una significancia con una probabilidad menor a 0.05 dentro de los tratamientos. Donde se encontró significancia se utilizó la prueba Tukey, con una significancia menor a 0.05 para la separación de medias.

## 4. RESULTADOS Y DISCUSION

### 4.1 PROCESO TECNOLOGICO

Luego de haber realizado varias corridas, y utilizando el método de prueba y error se determinó el proceso de elaboración de queso Mozzarella con acidulantes orgánicos que se adapta a las condiciones de la Planta de Lácteos del Zamorano. Este proceso se detalla a continuación:

1. **Recibo de la leche.** Recibir la leche del ordeño diario, tomar una muestra y analizar ATECAL (0.14-0.18), descremar, enfriar a 4 °C y transferirla a los tanques de almacenamiento.
2. **Estandarización.** Estandarizar la leche a 2% de grasa.
3. **Pasteurización.** Pasteurizar la leche por el método de temperatura alta tiempo corto: Mantener la leche a 75 °C durante un tiempo de sostenimiento mínimo de 15 segundos.
4. **Enfriado de la leche y traslado.** Enfriar la leche a 4 °C y trasladarla a la quesera.
5. **Adición de cloruro de calcio.** Añadir 0,2 ml de cloruro de calcio por cada litro de leche.
6. **Adición del producto acidulante.** A la leche fría (4 °C), adicionar el producto acidulante a 4 °C agitando constantemente. Tomar el pH de la leche (pH 5.6).
7. **Adición del cuajo.** Calentar la leche a 26,6 °C. Añadir 0,045 ml de cuajo por cada litro de leche, y agitar la leche suave pero constantemente durante 2 minutos. Dejar en reposo de 10-15 minutos hasta que se forme el coágulo.
8. **Corte de la cuajada.** Cortar el coágulo con la lira horizontal a lo largo de la quesera, y luego con la lira vertical cortar tanto a lo largo como a lo ancho, para obtener cubos de 1cm de lado. Dejar en reposo por cinco minutos.
9. **Cocción de la cuajada.** Cocer la cuajada a 37.7 °C durante 35 minutos, con agitación constante.
10. **Desuerado.** Desuerar totalmente la cuajada. Una vez que el suero visible haya drenado, empujar la cuajada a los costados de la quesera, cortarla en bloques de 20

cm, y volterarla cada 10 minutos durante media hora para facilitar el desuerado. Después pesar la cuajada.

11. Toma de pH y prueba de estiramiento. Tomar el pH de la cuajada. Debe ser de 5,2 para que pueda estirar y volverse elástica al calentarla. Realizar la prueba de estiramiento con un cubo de cuajada de 5 cm de lado, meterlo en un recipiente con agua a 82 °C durante 20 segundos, sacarlo y comprobar su elasticidad.
12. Trozado , fundido y salado. Si la cuajada estiró en la prueba de elasticidad, trozarla en pedazos de aproximadamente 8 cm de lado, y cubrirla con agua a 82 °C; mezclarla con la pala de madera por tres minutos y drenar el agua. La temperatura interna de la cuajada debe ser de 60 °C. Amasar la cuajada aproximadamente durante 20 minutos hasta obtener una masa homogénea y brillante. Agregar 1,5% de sal refinada respecto al peso de la cuajada.
13. Empacado y almacenaje. Introducir el queso en bolsas plásticas con capacidad de 10 libras, y colocarlo en los moldes de madera que provee la planra. Dejar a temperatura ambiente durante 1 hora, e introducir al cuarto frío a 10 °C. Esperar dos días, cortarlo y empacarlo al vacío.

## 4.2 RESULTADOS DEL USO DE ACIDULANTES

### 4.2.1 Acidificación por medio de ácido cítrico

En las pruebas con ácido cítrico se utilizaron 300, 350 y 400 g de ácido, y se decidió tomar como tratamiento 350 g de ácido, realizando tres repeticiones (Cuadro 4).

Cuadro 4. Resultados del uso de ácido cítrico a 4 °C en la elaboración de queso Mozzarella, usando tandas de 200 litros y leche estandarizada al 2% de grasa.

ATECAL leche (%)	Cantidad de ácido (g)	pH luego del ácido	Coagula - ción (min)	pH cuajada	Elasticidad	Rto. Cuajada Kg	Rto. Queso %	Tiempo Hrs
0.16	300	5,93	14	5.52	Firme	18,18	9,2	2,75
0.15	300	5,89	12	5.46	Firme	17,95	9,1	2,83
0.17	400	5,32	5	4.85	Suelta	15,45	7,8	2,50
0.16	400	5,25	4	4.97	Suelta	14,77	7,5	2,63
0.16	350	5,65	7	5.26	Buena	18,63	9,4	2,66
0.17	350	5,68	6	5.23	Buena	18,41	9,3	2,76
0.16	350	5,61	8	5.22	Buena	18,86	9,5	2,75

Se decidió utilizar 350 g de ácido cítrico porque con esta cantidad se obtuvo una cuajada, con buenas características de elasticidad, con buena capacidad de retención de grasa y

facilidad para el hilado. Durante el proceso, al agregar el ácido se obtuvo una media de pH en la leche, de 5.64 y una media de pH en la cuajada de 5.24, estando dentro del rango adecuado de pH para el hilado 5.1-5.3.

En el experimento se observó que al usar 300 g de ácido el pH obtenido fue mayor a 5.6 por lo que se obtuvo una cuajada rígida, demasiado firme y sin elasticidad. Cuando se emplearon 400 g de ácido, el pH obtenido en la leche fue menor de 5.6, dando como resultado un coágulo muy fino, con poca elasticidad, grumoso y con pérdida de proteína en el suero, dando una cuajada suelta y bajo rendimiento en el queso.

#### 4.2.2 Acidificación por medio de ácido acético glacial

Se comenzó utilizando 250 ml de ácido. Con esta cantidad la cuajada no presentó las características ideales para ser fundida, dando por consiguiente una consistencia firme, de difícil manejo y bajo rendimiento (Cuadro 5).

La cantidad óptima de ácido acético en la elaboración de queso Mozzarella fue de 300 ml por cada 200 kilos de leche, porque con esta cantidad se obtuvo una cuajada con buenas características de elasticidad, buena capacidad de incorporación de la grasa en el proceso de hilado y facilidad de hilado.

Cuadro 5. Resultados del uso de ácido acético glacial en solución a 4°C en la elaboración de queso Mozzarella, usando tandas de 200 litros y leche estandarizada al 2% de grasa.

ATECAL leche (%)	Cantidad de ácido (ml)	pH luego del ácido	Coagula- ción (min)	pH cuajada	Elasticidad	Rto. cuajada lb	Rto. Queso %	Tiempo Hrs
0.17	250	5.78	16	5.54	Firme	41.0	9.4	2.80
0.16	300	5.56	11	5.30	Buena	42.0	9.5	2.66
0.15	300	5.58	10	5.27	Buena	39.5	9.3	2.75
0.16	300	5.62	12	5.29	Buena	40.5	9.3	2.66

En el manejo del ácido acético glacial, fue necesario utilizar una mascarilla para evitar el olor penetrante, ya que inundó una gran área de la planta, y se usaron guantes para evitar el contacto directo con piel y mucosas evitando producir laceraciones.

#### 4.2.3 Acidificación por medio de ácido fosfórico

Se determinó que la cantidad óptima de ácido fosfórico a fue de 330 ml por cada 200 kilos de leche, porque con esta cantidad la cuajada obtenida presentó buenas condiciones para el hilado y una cuajada con buena elasticidad (Cuadro 6).

Cuadro 6. Resultados del uso de ácido fosfórico en solución a 4 °C en la elaboración de queso Mozzarella, usando tandas de 200 litros y leche estandarizada al 2% de grasa.

ATECAN, leche (%)	Cantidad de ácido (ml)	pH luego del ácido	Coagulación (min)	pH cuajada	Elasticidad	Rto. Cuajada lb	Rto. Queso %	Tiempo hrs
0.15	200	6.10	15	5.72	Firme	38.5	8.9	3.16
0.15	300	5.83	15	5.48	Firme	42.5	9.8	3.08
0.16	330	5.62	9	5.28	Buena	38.2	9.0	2.83
0.17	330	5.64	8	5.26	Buena	40.5	9.2	2.58
0.16	330	5.59	11	5.30	Buena	42.0	9.6	2.91

En el manejo del ácido fosfórico se evitó el contacto directo con piel y mucosas, usando guantes y mascarilla debido al poder irritante de este ácido.

#### 4.2.4 Curvas de acidificación y de temperatura a partir del uso de acidulantes.

En todos los tratamientos, al aplicar la cantidad de acidulante con la cual se obtengan las mejores características de elasticidad en la cuajada, se observó que la curva de variación en pH y temperatura tuvo el mismo patrón de comportamiento por lo que se utilizaron los datos promedios del ácido cítrico para explicar el fenómeno (Figura 1).

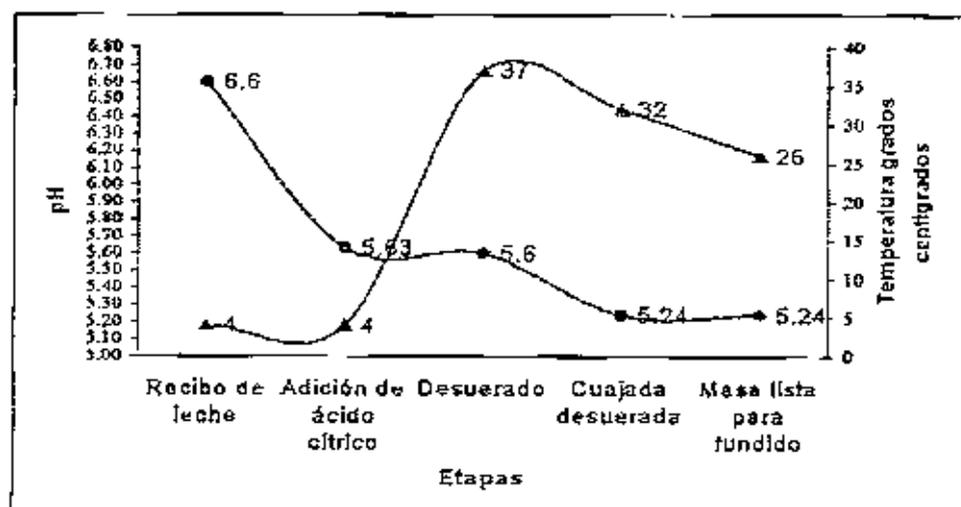


Figura 1. Curvas de acidificación y de temperatura a partir del uso de ácido cítrico.

En el TAC utilizando 350 g de ácido, el pH y la temperatura inicial de la leche fueron 6.6 y 4 °C respectivamente. Luego de adicionar el ácido cítrico y mezclarlo, el pH descendió

a 5.65 en promedio y la temperatura se mantuvo a 4 °C, temperatura necesaria para evitar una reacción violenta entre el ácido y la leche.

El coágulo obtenido se cortó y se calentó hasta una temperatura de 37 °C, donde el pH descendió a 5.6. Después del desuerado, la cuajada presentó en promedio un pH de 5.24, el cual se obtiene debido a la acumulación de ácido en la cuajada, ocasionado por el efecto de concentración que sufren los componentes sólidos de la leche al formarse el coágulo.

#### 4.3 ANALISIS QUIMICO PROXIMAL

El tratamiento con ácido cítrico (TAC), presentó 57.46% de humedad, siendo la más alta respecto a los demás tratamientos. Esta mayor humedad determinó que el TAC presente el mayor rendimiento, con textura o consistencia blanda en el queso. Las humedades de los demás tratamientos fueron: 51.15% (TAA), 52.79% (TAF), y 55.27% para TCO.

Cuadro 7. Resultados obtenidos del análisis químico proximal de queso Mozzarella en base a materia seca.

Tratamiento	Grasa	Proteína	Ceniza
		%	
TAC	31.73	61.12	2.42
TAA	30.91	61.56	2.85
TAF	27.32	64.18	2.46
TCO	31.96	64.67	3.61

TAC= Tratamiento con ácido cítrico

TAA= Tratamiento con ácido acético

TAF= Tratamiento con ácido fosfórico

TCO= Tratamiento control

El contenido de grasa en base seca varió entre los tratamientos. El menor contenido graso lo presentó el TAF (Cuadro 7). Esto puede deberse a que el pH alcanzado en la etapa de fundido de la cuajada no haya sido el óptimo, de tal forma que parte de la grasa no se reincorporó completamente al queso.

El mayor contenido de proteína en base seca lo presentó el TCO, seguido del TAF, mientras que el TAC, Y TAA mostraron menor contenido protéico. La pérdida de proteína puede deberse a niveles bajos de pH.

El contenido de ceniza varió entre los tratamientos. La mayor cantidad de ceniza fue para el control (TCO), el resto de tratamientos mostraron un porcentaje de ceniza menor debido a la naturaleza química que brinda una cuajada de Mozzarella obtenida mediante

acidificación directa de la leche a causa de una pérdida progresiva del calcio ligado a la caseína.

#### 4.4 VARIACIÓN DEL RENDIMIENTO

Se presentaron diferencias significativas entre los tratamientos utilizados ( $P = 0.0251$ ) con una variación de 1,84 (CV= 1,84). El rendimiento promedio más alto lo obtuvo el TAC, y difiere estadísticamente del TCO (Cuadro 8).

Cuadro 8. Diferencia de medias de rendimiento de los tratamientos y el control.

Tratamiento	Medias de Rendimiento	
TAC	9,40	a
TAA	9,36	a
TAF	9,27	ab
TCO	8,90	b

Medias con la misma letra no presentan diferencia significativa.

TAC= Tratamiento con ácido cítrico

TAA= Tratamiento con ácido acético

TAF= Tratamiento con ácido fosfórico

TCO= Tratamiento control

El modelo utilizado fue significativo ( $P = 0.0251$ ), y explica el 67% de la variación del rendimiento. Esta explicación de la variabilidad no es mayor porque en la elaboración de queso existen procedimientos en los cuales no es posible controlar variables externas al experimento, como la cantidad de vapor que ingresa a la quesera, y el tiempo exacto del hilado, ya que la decisión de terminar esta etapa es cuando el queso obtiene brillo.

La diferencia encontrada entre el TAC, el TAA, y el control, se debe a que los tratamientos con acidulantes no tienen una etapa de fermentación por parte de los cultivos donde existe una reducción en humedad que afecte el rendimiento de queso.

#### 4.5 CARACTERIZACIÓN Y ACEPTACIÓN DEL QUESO

##### 4.5.1 Evaluación sensorial de los tratamientos en la Planta de Lácteos del Zamorano.

Los resultados de la evaluación sensorial realizada en la Planta de Lácteos del Zamorano se obtuvieron de queso fresco sin fundir, y de queso fundido en una escala de uno a cinco para cada atributo (Anexo 9).

4.5.1.1 Queso fresco sin fundir. Para la variable color se encontró diferencias significativas debido al catador ( $P=0.018$ ), y diferencias altamente significativas debido al tratamiento ( $P=0.0002$ ). Se encontró que el tratamiento que mostró un mayor grado de color en queso fue el TAF (4.11) que corresponde a amarillo (Anexo E). Los tratamientos con menor grado de color fueron el TAA (3.4), TAC (3.2), y TCO (3.1), que corresponden a color intermedio.

Para la variable consistencia se encontró diferencias significativas debido al catador ( $P=0.0453$ ), y diferencias altamente significativas debido al tratamiento ( $P=0.0001$ ). Se encontró que el queso con consistencia firme la presentó TAA. El tratamiento TCO presentó consistencia suave, mientras que TAC muy suave.

4.5.1.2 Queso fundido. Para la variable aroma no se encontró diferencias significativas, sin embargo el mayor puntaje promedio lo obtuvo el TCO.

Para la variable sabor se encontró diferencia significativa entre catadores ( $P=0.0174$ ), y se encontró diferencia altamente significativa entre los tratamientos ( $P=0.0002$ ). El tratamiento que mostró mayor puntaje en sabor fue TCO (3.88) que corresponde a Bueno, y difiere estadísticamente de TAF (2.00) que corresponde a pobre. El resto de tratamientos obtuvieron una calificación de regular.

Para la variable textura se encontró diferencia estadística altamente significativa entre catadores ( $P=0.0049$ ) y entre tratamientos ( $P=0.0080$ ). El tratamiento que mostró el mayor puntaje en textura fue el TAC (4.00) que corresponde a buena, y no difiere estadísticamente de TCO. El TAF presentó textura regular.

Para la variable elasticidad el mayor puntaje promedio lo presentó TAC (3.77), sin embargo no presentó significancia en esta superioridad.

Para la variable calidad global se encontró diferencia estadística significativa entre catadores ( $P=0.0129$ ) y entre tratamientos ( $P=0.0096$ ). El tratamiento que mostró el mayor puntaje en calidad global fue el TAC (3.77) que corresponde a buena. El TAF recibió una calificación de pobre.

#### 4.5.2 Análisis de aceptación de los quesos que reunieron los mejores atributos sensoriales, por el personal de "Domino's Pizza"

El tratamiento que brindó buenas características sensoriales y las mejores características técnicas y económicas fue el TAC. Se realizó una tanda con ácido cítrico, que se añadió dióxido de titanio como decolorante para obtener un queso con un color similar a un Mozzarella tradicional, por lo tanto se llevó una muestra de este producto para realizar la prueba en la pizzería "Domino's Pizza" de Tegucigalpa.

El personal de compras de la pizzería describió los atributos del queso utilizado en sus "pizzas", y evaluó los quesos del tratamiento con ácido cítrico y del control (Cuadro 9).

Cuadro 9. Evaluación de queso Mozzarella por el personal de "Domino's Pizza"

ATRIBUTO	TAC	TCO	QDP
Color	Blanco	Amarillo	Amarillo
Consistencia	Suave	Intermedia/Firme	Suave
Aroma	Pobre	Regular/alto	Regular/alto
Sabor	Pobre	Medio	Medio/alto
Textura	Buena	Buena	Buena
Elasticidad	Muy alta	Muy alta	Muy alta
Calidad Global	Buena	Muy buena	Muy buena
Resistencia a quemado	Media/alta	Media/alta	Media/alta

TAC= Tratamiento con ácido cítrico

TCO= Tratamiento control

QDP= Queso usado por "Domino's Pizza"

En general, la muestra de queso TAC mostró buenas características en la prueba realizada como buena textura, elasticidad y resistencia a quemarse. Sin embargo se necesita el desarrollo de un mayor grado de aroma y de sabor para cumplir las expectativas de esta cadena de comida rápida. Se llegó a la conclusión por parte del personal de la "pizzería" que este queso se podría usar para "pizzas" si se mejoran los atributos de sabor y aroma.

El tratamiento control mostró buenas características en la prueba, y cumple las expectativas de esta "pizzería".

#### 4.6 ANALISIS DE COSTOS

Se obtuvieron los costos variables de cada tratamiento para tandas de 700 l considerando diferenciales la mano de obra y la materia prima. El tratamiento que presentó menores costos fue el tratamiento con ácido cítrico, resultando en la mayor rentabilidad en base a costos (cuadro 10).

El ingreso por ventas dependió del rendimiento de queso en función de la cantidad de leche recibida. Tanto las horas de fabricación de queso, y costos diferenciales de materia prima fueron incluidos dentro de la estructura de costos variables. Los costos fijos no varían, pero se calcularon en función de la cantidad de horas de mano de obra empleada en la fabricación de queso.

Los factores que influyeron en la rentabilidad de queso Mozzarella fueron: el ingreso por ventas, las horas de fabricación de queso, y costos diferenciales de materia prima.

El tratamiento con ácido cítrico al proporcionar el mayor rendimiento de queso, presentó Lps.3809.21, el mayor ingreso por ventas (Anexo 1).

Cuadro 10. Resumen de resultados económicos, utilizando rendimientos e ingresos promedios esperados.

	Unidad	Tratamiento			
		TAC	TAA	TAF	TCO
Rendimiento	Kg/700 l	144.76	144.14	142.604	137.06
Ingreso	Lps./700 l	3809.21	3793.01	3751.91	3606.6
Total costos y gastos	Lps./700 l	3242.2	3271.49	3298.89	3303.08
Retorno al capital y al riesgo	Lps./700 l	567.02	521.52	453.02	303.51
Rentabilidad sobre costos	%	17	16	14	9
Rentabilidad sobre ventas	%	15	14	12	8

TAC= Tratamiento con ácido cítrico

TAA= Tratamiento con ácido acético

TAF= Tratamiento con ácido fosfórico

TCO= Tratamiento control

El tratamiento con ácido acético fue el que presentó el menor número de horas netas de mano de obra para la producción de queso, siendo 2.72 horas (anexo 2), mientras que el tratamiento control fue el que presentó el mayor número de horas netas de fabricación (3.5 horas), afectando la estructura de costos variables (anexo 4).

El tratamiento con el menor costo por materia prima lo presentó el tratamiento con ácido cítrico (Lps.2527). El tratamiento con ácido fosfórico presentó el mayor costo por materia prima (Lps. 2581,87), debido a la cantidad de ácido necesaria en la elaboración de queso y a su costo de adquisición (anexo 3). El costo por materia prima del tratamiento control fue de Lps. 2533.67.

El tratamiento con ácido cítrico presentó la mayor rentabilidad en base a costos y ventas, debido a su rendimiento superior, a la menor cantidad de horas de mano de obra necesarias para la fabricación del queso, y al menor costo de materia prima por libra de queso, en comparación con los otros tratamientos.

#### 4.6.1 Análisis de sensibilidad

La elaboración de una tabla multidimensional de riesgo, utilizada para medir la sensibilidad de cada tratamiento en base a la variación del rendimiento y del precio del queso, mostró lo siguiente:

4.6.1.1 Tratamiento con ácido cítrico. En el escenario esperado de rendimiento y precio, 9.4 libras de queso por 100 libras de leche y Lps. 26.31 respectivamente, se obtiene una rentabilidad de 17.5% en base a costos (Anexo 5). Con este rendimiento es necesario que aumente el precio a Lps. 27.21 para sobrepasar 20% de rentabilidad sobre costos, que es la mínima deseada por la Planta de Lácteos de Zamorano (Figura 2).

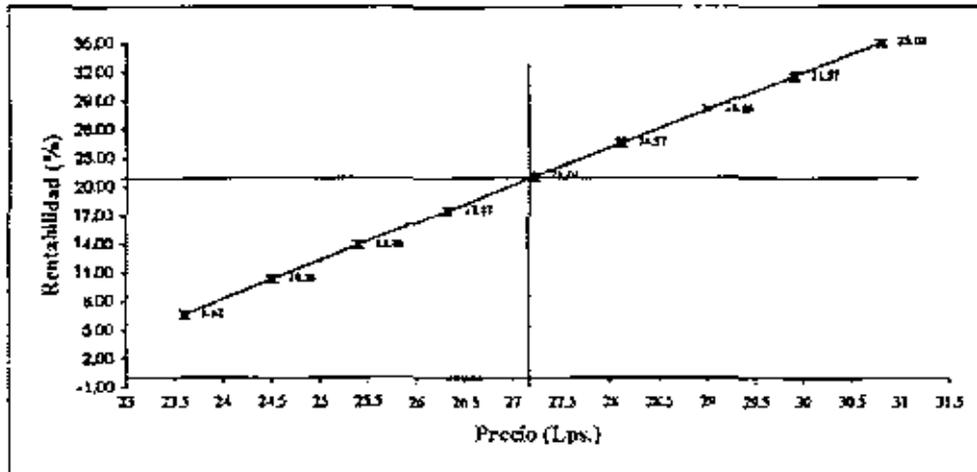


Figura 2. Variación de la rentabilidad en base a cambios de precio, en el tratamiento con ácido cítrico (TAC) con un rendimiento de 9.4%.

La curva de variación de rentabilidad del tratamiento con ácido cítrico muestra la mayor área de probabilidad de ganancia, en comparación con los otros tratamientos (Figuras 3,4,5). Con el precio de transferencia actual se requiere del menor aumento para la obtención de una rentabilidad deseada mínima de 20%.

Para obtener rentabilidades negativas, el escenario pesimista de más próxima ocurrencia es la disminución del rendimiento a 3.7%, y a la vez una disminución del precio del queso a Lps. 23.61, por lo que comparado con los otros tratamientos es el de menor probabilidad.

4.6.1.2 Tratamiento con ácido acético. En el escenario esperado de rendimiento y precio, 9.36 libras de queso por 100 libras de leche y Lps. 26.31 respectivamente, se obtiene una rentabilidad de 16.0% en base a costos (Anexo 6). Con este rendimiento es necesario que aumente el precio a Lps. 28.11 para obtener 23% de rentabilidad sobre costos, sobrepasando la rentabilidad mínima deseada por la Planta de Lácteos de Zamorano (Figura 3).

La rentabilidad del tratamiento con ácido acético es más susceptible a cambios de precio que el tratamiento con ácido cítrico, y requiere de mayor aumento en precio para llegar a la rentabilidad propuesta como meta. El precio puede disminuir hasta Lps. 24.51 para obtener una rentabilidad de 9%.

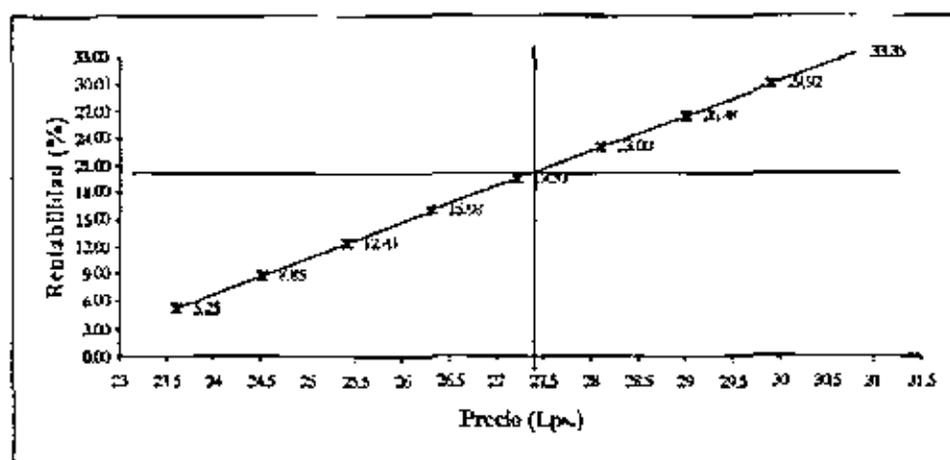


Figura 3. Variación de la rentabilidad en base a cambios de precio, en el tratamiento con ácido acético (TAA) con un rendimiento de 9.36%.

Para obtener rentabilidades negativas el evento de más próxima ocurrencia es la disminución en rendimiento hasta 8.8%, y a la vez disminución del precio del queso a 23.61, por lo que es poco probable perder.

4.6.1.3 Tratamiento con ácido fosfórico. En el escenario esperado de rendimiento y precio, 9.26 libras de queso por 100 libras de leche y Lps. 26.31 respectivamente, se obtiene una rentabilidad de 13.9% en base a costos (Anexo 7). Con este rendimiento es necesario que aumente el precio a Lps. 28.11 para sobrepasar la rentabilidad mínima deseada por la Planta de Lácteos de Zamorano (Figura 4).

El tratamiento con ácido fosfórico presenta una rentabilidad intermedia en comparación con el resto de tratamientos. Para que presente rentabilidades negativas, el eventos pesimistas de próxima ocurrencia es la disminución en el rendimiento a 8.9% y a la vez disminución en el precio a Lps. 23.61.

4.6.1.4 Tratamiento control. En el escenario esperado de rendimiento (8.9 libras de queso por 100 libras de leche) y precio (Lps. 26.31), se obtiene una rentabilidad de 9.8%, y es necesario que suba el rendimiento a 9.0% y a la vez que aumente el precio a Lps. 29.01 para que se alcance la rentabilidad de 21% (Figura 5).

El TCO presenta la mayor probabilidad de ocurrencia de rentabilidades negativas (Anexo 8), pues incluso manteniendo el rendimiento en 8.9%, con un descenso en el precio de queso a Lps. 23.61 se obtienen rentabilidades negativas. A su vez este tratamiento es el que necesita un mayor incremento en el precio para obtener la rentabilidad deseada

mínima para la Planta de Lácteos de Zamorano, necesitándose una combinación tanto de aumento en precio como en rendimiento. Es el único que presenta rentabilidades negativas en el rendimiento promedio esperado, combinado con el precio pesimista mínimo.

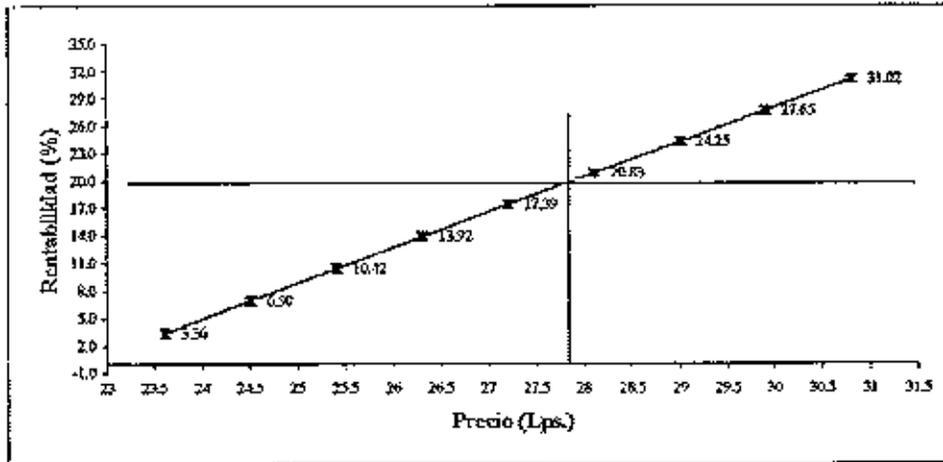


Figura 4. Variación de la rentabilidad en base a cambios de precio, en el tratamiento con ácido fosfórico (TAF) con un rendimiento de 9.36%.

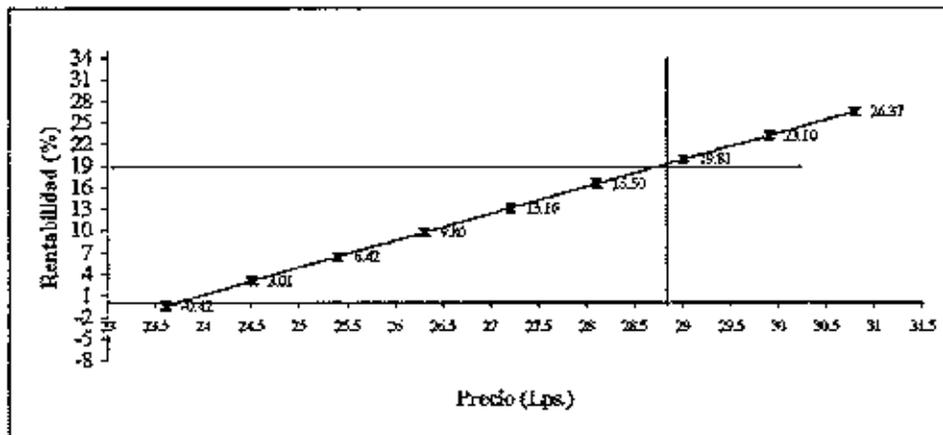


Figura 5. Variación de la rentabilidad en base a cambios de precio, en el tratamiento control (TCO) con un rendimiento de 8.9%.

## 5. CONCLUSIONES

Al considerar el factor manejo y almacenamiento, es notorio que el uso de acidulantes presenta una ventaja sobre los cultivos lácticos, debido al cuidado que los cultivos necesitan para evitar contaminaciones.

Dentro de los tratamientos, el ácido cítrico presentó la mayor facilidad en almacenamiento y su utilización.

Al considerar el proceso tecnológico, se concluye la importancia de obtener el pH adecuado en la leche luego de la adición del acidulante (pH de la cuajada), mediante un adecuado control de la curva de acidificación.

Cuando consideramos el factor económico, dentro de los tratamientos el ácido cítrico resultó ser el acidulante más viable económicamente, dando una rentabilidad sobre costos de 17% versus 9% del control.

Los tratamientos con acidulantes presentan mayor rentabilidad y menor sensibilidad a cambios en el precio comparado al tratamiento control.

Mediante la aplicación del panel catador, se concluyó que a nivel de Zamorano el ácido cítrico proporcionó las mejores características de textura y elasticidad, y que recibió mayor aceptación por su calidad global.

Se concluye que los cultivos lácticos generan productos de fermentación que favorecen el aroma y sabor del queso.

Al considerar la composición química del queso, se concluye que existe variación en la composición de un queso Mozzarella elaborado mediante cultivos lácticos, versus otro elaborado con acidulantes de grado alimenticio.

Al considerar la evaluación de queso Mozzarella elaborado con acidulantes de grado alimenticio por el personal de "Dominos Pizza", se concluyó que el tratamiento con ácido cítrico presenta buenos atributos físicos y de comportamiento al horneado, pero con falta de aroma y de sabor, para este mercado.

Se concluye que se puede lograr la aceptación de un queso elaborado con ácido cítrico como acidulante si se desarrollan características de aroma y sabor.

Se concluye finalmente que el uso de acidulantes de grado alimenticio en la elaboración de queso Mozzarella es viable siempre y cuando se cumpla con las características de calidad del producto.

## 6. RECOMENDACIONES

Cada mercado tiene preferencia o necesidad de determinado producto. Este es el caso de las pizzerías, las cuales buscan características determinadas en el queso para elaborar su producto y satisfacer su nicho de mercado. Por esta razón se recomienda elaborar un sondeo de mercado que determine las características que las pizzerías buscan en un queso Mozzarella.

Para satisfacer la demanda de "Domino's Pizza" se recomienda elaborar un queso Mozzarella utilizando ácido cítrico como acidulante, combinado con cultivo láctico a fin de desarrollar un queso con buenas características de elasticidad, textura, y que tenga un desarrollo de aroma y sabor.

La elaboración de queso Mozzarella utilizando acidulantes es un proceso que requiere de control estricto de la curva de acidificación, porque es un proceso irreversible, ya que si la acidez en la cuajada es menor a la deseada, no se obtienen características de elasticidad en el queso, pero si la acidez es mayor a la deseada, existe pérdida de grasa y proteína, por esto se recomienda el control de la curva de acidificación en el proceso técnico de elaboración del queso.

Con el uso de 300 g de ácido cítrico por cada 200 Kilos de leche se obtiene una cuajada firme, mientras que usando 350 g de ácido cítrico, se obtiene una cuajada con buena elasticidad, por lo que se recomienda un estudio con cantidades entre 300 y 350 g de ácido cítrico, a fin de poder reducir costos por uso de menor cantidad de materia prima.

Se recomienda elaborar un panel de catación que tenga orientación a quesos, y entrenarlo con los atributos del queso Mozzarella, a fin de obtener resultados con menor variabilidad entre catadores, y mayor variabilidad debido a los tratamientos.

## 7. BIBLIOGRAFIA

- ALAIS, Ch. 1985. Ciencia de la Leche. Barcelona, España. Editorial Reverté S. A. 873 p.
- BREWSTER, R.Q.; Mc EVEN, W.E. 1980. Química Orgánica; Un curso Breve. México D.F., México. Compañía Editorial Continental, S.A. 468 p.
- BRADY, J.E.; HUMISTON, G.E. 1988. Química Básica; Principios y Estructura. 2<sup>da</sup> ed. México D.F., México. Editorial Limusa. 1009 p.
- DOMINGEZ, X.A. 1980. Química Orgánica. Mexico D.F., México. Compañía Editorial Continental, S.A. 543 p.
- GARDNER, H. 1966. Food Acidulants. New York. USA, Allied Chemical Corporation. 185 p.
- GUY, J.B.; WOODS, S.D. 1964. Compendio de Química Orgánica. México D.F., México. Compañía Editorial Continental. 497 p.
- HANSEN, M. 1987. The New E for Additives. Rochester, Vermont. Thorsons Publishing Group. 384 p.
- KEATING, P.; RODRIGUEZ, H. 1986. Introducción a la lactología. México D.F., México, Limusa. 287 p.
- KEENAN, Ch.W.; KLEINFELTER, D.C.; WOOD, J. H. 1990. Química General Universitaria. México D.F., México. Compañía Editorial Continental, S.A. 937p.
- KOSIKOWSKI, F. 1982. Cheese and fermented milk foods. 2ed. New York. USA, Edwards Brothers Inc. 711 p.
- MOLINA, G. 1998. Elaboración de Queso Mozzarella a Partir de Métodos Rápidos de Acidificación. Zamorano, Honduras. 56 p.
- NIELSEN, S. 1994. Introduction to the Chemical Analysis of foods. New York N.Y., U.S.A. Chapman and Hall. 530p.

- POTTER, N.; HOTCHKISS, J. 1995. Food Science. 5<sup>th</sup>ed. U.S.A. Chapman & Hall 608 p.
- RAKOFF, H.; ROSE, N. 1988. Química Orgánica Fundamental. México D.F., México Editorial Limusa. 890 p.
- REINBOLD, G.W. 1963. Italian Cheese Varieties. New York, N.Y. U.S.A. Cheese Monographs. v.2, 43 p.
- RESTREPO, M.F.; VARGAS, H.L. 1970. Química Orgánica Básica. Editorial Bedout. 530 p.
- REVILLA, A. 1996. Tecnología de la leche. 3 ed. Zamorano Hond. EAP. Zamorano Academic Press. 369 p.
- VEISSEYRE, R. 1972. Lactología Técnica. Zaragoza, España Editorial Acribia. 643p.
- WHITE, A.; HANDLER, P.; SMITH, E.; HILL, R.; LEHMAN, R. 1983. Principios de Bioquímica, 2<sup>da</sup> ed. en español. México S.A. de C.V. Editorial Mc. Graw-Hill. 1582p.
- WINGROVE, A.S.; CARET, R.L. 1984. Química Orgánica. México. Editorial Harla. 1569 p.

## 8. ANEXOS

## Anexo 1. Costeo de queso Mozzarella

## TRATAMIENTO CON ACIDO CITRICO

Kb, 9.4%

Rb= 9.4%

Descripción	Unidad	Cantidad	Valor	T=Vf	Análisis Unidad	Análisis Porcentaje
<b>INGRESOS</b>						
INGRESO POR VENTAS	LIBRA	144.78	28.01	3898.21		
TOTAL INGRESOS		144.78		3898.21	28.31	1.00
<b>COSTOS</b>						
<b>COSTOS VARIABLES</b>						
MANO DE OBRA DIRECTA	HORA	2.72	43.48	118.30		
MANUFACTURA DE PRODUCTOS	HORA M.O.D.	2.72	0.19	0.27		
PREBENDAS SUELDOS	HORA M.O.D.	2.72	0.00	0.00		
CAPACITACION	HORA M.O.D.	2.72	1.53	4.17		
CATORCEAVO	HORA M.O.D.	2.72	0.11	0.29		
PREVENIO	HORA M.O.D.	2.72	0.89	1.96		
CEBANTIA	HORA M.O.D.	2.72	1.71	4.65		
TRECEAVO	HORA M.O.D.	2.72	0.07	0.20		
PLAN DE RETIRO	HORA M.O.D.	2.72	0.26	0.67		
IMPUESTO SOBRE LA RENTA	HORA M.O.D.	2.72	0.26	0.72		
TRANSPORTE	HORA M.O.D.	2.72	0.26	0.72		
SEGURO POR MUERTE	HORA M.O.D.	2.72	0.26	0.72		
FOROVI	HORA M.O.D.	2.72	0.26	0.72		
MANO DE OBRA INDIRECTA				129.84		
DISTRIBUCION O VERHEAD				261.93	1.81	0.80
TOTAL MANO DE OBRA						
<b>MATERIA PRIMA</b>						
LECHE ENTERA	Ll	408.5	4.6	1883.70		
LECHE DESCREMADA	Ll	289.6	2.026	692.74		
SAL REFINADA -USA-	Lb	2.51	2.80	7.40		
CLORURO DE CALCIO	CC.	1.43	0.0295	4.19		
ACIDO CITRICO ANHIDRO	Kg	1.215	0.2289	0.86		
CUAJAO	CC.	70	0.316	22.04		
BOUGA (para 7 lb)	clave	21	1.29	27.09		
TOTAL MATERIA PRIMA				2637.46	17.46	0.78
<b>TOTAL COSTOS VARIABLES</b>						
				2789.25	19.27	0.88
<b>MARGEN DE CONTRIBUCION</b>						
				1018.99	7.05	

Descripción	Unidad	Cantidad	Valor	Total	Análisis Unitario	Análisis Porcentual
<b>COSTOS FIJOS</b>						
COMBUSTIBLES Y LUBRICANTES	HORA M.O.D.	2.72	12.26	33.36		
SUMINISTROS DE LIMPIEZA	HORA M.O.D.	2.72	4.33	13.42		
SUMINISTROS Y ACCESORIOS	HORA M.O.D.	2.72	0.30	0.83		
SUMINISTROS MEDICOS	HORA M.O.D.	2.72	0.19	0.52		
SUMINISTROS DE LABORATORIO	HORA M.O.D.	2.72	0.85	2.30		
MATERIAL DIDACTICO	HORA M.O.D.	2.72	0.17	0.47		
herramientas	HORA M.O.D.	2.72	0.05	0.13		
UNIFORMES	HORA M.O.D.	2.72	1.41	3.83		
OTROS SUMINISTROS	HORA M.O.D.	2.72	0.24	0.66		
ADICIONES MENORES DE MOBIL.	HORA M.O.D.	2.72	0.53	1.45		
SERVICIO DE LAVANDERIA	HORA M.O.D.	2.72	0.63	1.71		
SERVICIO DE TALLER	HORA M.O.D.	2.72	0.36	0.96		
SERVICIO DE LABORATORIO	HORA M.O.D.	2.72	0.05	0.14		
TELEFONO	HORA M.O.D.	2.72	0.05	0.13		
MANTENIMIENTO DE EDIFICIOS	HORA M.O.D.	2.72	0.59	1.49		
MANTENIMIENTO DE MOBILIARIO	HORA M.O.D.	2.72	4.73	12.86		
MANTENIMIENTO DE INSTALACIONES	HORA M.O.D.	2.72	0.95	2.58		
VARIOS	HORA M.O.D.	2.72	0.51	1.38		
PLETE Y ACARREO	HORA M.O.D.	2.72	0.11	0.30		
GASTOS DE VIAJE	HORA M.O.D.	2.72	0.16	0.44		
DEPRECIACION DE EDIFICIOS	HORA M.O.D.	2.72	0.10	0.28		
DEPRECIACION DE MOBILIARIO	HORA M.O.D.	2.72	4.28	11.65		
DEPRECIACION DE OTRA MAQUINARIA	HORA M.O.D.	2.72	1.12	3.04		
DEPRECIACION MEJORAS	HORA M.O.D.	2.72	1.15	3.12		
TOTAL COSTOS FIJOS				<u>97.67</u>	<u>0.67</u>	<u>0.03</u>
TOTAL COSTOS VARIABLES Y FIJOS				<u>2965.42</u>	<u>19.94</u>	<u>0.89</u>
UTILIDAD DE OPERACION				<u>622.60</u>	<u>6.37</u>	
<b>GASTOS</b>						
<b>GASTOS ADMINISTRATIVOS</b>						
ADMINISTRACION SECCION		2909.21	0.03	106.66		
ADMINISTRACION DEPARTAMENTO		3909.21	0.01	27.43		
ADMINISTRACION ZAMORANO		3909.21	0.03	114.28		
TOTAL GASTOS ADMINISTRATIVOS				<u>248.36</u>	<u>1.72</u>	<u>0.06</u>
<b>GASTOS FINANCIEROS</b>						
INVENTARIO DE MATERIA PRIMA		3909.21	0.02	76.18		
INVENTARIO DE PRODUCTO MANUFACTURADO		3909.21	0.01	31.24		
TOTAL GASTOS FINANCIEROS				<u>107.42</u>	<u>0.74</u>	<u>0.03</u>
TOTAL GASTOS				<u>355.78</u>	<u>3.46</u>	<u>0.11</u>
TOTAL COSTOS Y GASTOS				<u>3242.20</u>	<u>22.40</u>	<u>1.00</u>
RETORNO AL CAPITAL Y AL RIESGO				<u>667.02</u>	<u>3.92</u>	
RENTABILIDAD SOBRE VENTAS				0.15		
RENTABILIDAD SOBRE COSTOS				0.17		
CANTIDAD MINIMA DE EQUILIBRIO				64.28		
PRECIO DE EQUILIBRIO				27.43		

## Anexo 2. Costeo de queso Mozzarella

TRATAMIENTO CON ACIDO ACETICO  
9.36%

Pto = 9.36%

Descripción	Unidad	Cantidad	Valor	Total	Análisis Unitario	Análisis Porcentaje
<b>INGRESOS</b>						
INGRESO POR VENTAS	LIBRA	144.144	26.31	3793.61		
TOTAL INGRESOS		144.144		3793.61	26.31	1.00
<b>COSTOS</b>						
<b>COSTOS VARIABLES</b>						
MANO DE OBRA DIRECTA						
MANUFACTURA DE PRODUCTOS	HORA	2.69	43.49	188.99		
PRENDAS BUENDOS	HORA M.O.D.	2.69	0.10	0.27		
CAPACITACIÓN	HORA M.O.D.	2.69	0.00	0.00		
CATORCEAVO	HORA M.O.D.	2.69	1.63	4.12		
PREAVISO	HORA M.O.D.	2.69	0.11	0.29		
CEGANIA	HORA M.O.D.	2.69	0.69	1.64		
TRECEAVO	HORA M.O.D.	2.69	1.71	4.60		
PLAN DE RETIRO	HORA M.O.D.	2.69	0.67	0.20		
IMPUESTO SOBRE LA RENTA	HORA M.O.D.	2.69	0.25	0.66		
TRANSPORTE	HORA M.O.D.	2.69	0.26	0.71		
SEGURO POR MUERTE	HORA M.O.D.	2.69	0.05	0.17		
FOSQVI	HORA M.O.D.	2.69	0.28	0.74		
MANO DE OBRA INDIRECTA						
DISTRIBUCION OVERHEAD						
TOTAL MANO DE OBRA				129.28	1.80	0.08
MATERIA PRIMA						
LECHE ENTERA	LI	409.5	4.6	1863.70		
LECHE DESCREMADA	LI	390.6	3.006	582.73		
SAL REFINADA-USA	Lb	2.46	2.95	7.35		
CLORURO DE CALCIO	CC	140	0.0295	4.13		
ACIDO ACETICO GLACIAL	Cel	0.27096	120.96	32.78		
CLASO	CC	70	0.315	22.04		
BOLSA (Para 7 lb)	ctmo	21	1.29	27.00		
TOTAL MATERIA PRIMA				2698.82	17.76	0.78
TOTAL COSTOS VARIABLES				2815.71	19.06	0.86
MARGEN DE CONTRIBUCION				973.29	6.75	

Descripción	Unidad	Cantidad	Valor	Total	Análisis Unitario	Análisis Porcentual
<b>COSTOS FIJOS</b>						
COMBUSTIBLES Y LUBRICANTES	HORA M.O.D.	2.89	12.26	32.99		
SUMINISTROS DE LIMPIEZA	HORA M.O.D.	2.89	4.83	13.27		
SUMINISTROS Y ACCESORIOS	HORA M.O.D.	2.89	0.30	0.82		
SUMINISTROS MEDICOS	HORA M.O.D.	2.69	0.19	0.51		
SUMINISTROS DE LASUMAFUNDO	HORA M.O.D.	7.69	0.25	2.28		
MATERIAL DIDACTICO	HORA M.O.D.	2.89	0.17	0.46		
HERRAMIENTAS	HORA M.O.D.	2.89	0.05	0.13		
UNIFORMES	HORA M.O.D.	2.89	1.41	3.79		
OTROS SUMINISTROS	HORA M.O.D.	2.69	0.24	0.66		
ADICIONES MENORES DE MOBIL.	HORA M.O.D.	2.69	0.63	1.43		
SERVICIO DE LAVANDERIA	HORA M.O.D.	2.89	0.63	1.80		
SERVICIO DE TALLER	HORA M.O.D.	2.69	0.35	0.95		
SERVICIO DE LABORATORIO (TELEROX)	HORA M.O.D.	2.69	0.05	0.14		
TELEROX	HORA M.O.D.	2.69	0.65	1.77		
MANTENIMIENTO DE EDIFICIOS	HORA M.O.D.	2.88	0.55	1.48		
MANTENIMIENTO DE MOBILIARIO	HORA M.O.D.	2.89	4.73	12.72		
MANTENIMIENTO DE INSTALACIONES VARIOS	HORA M.O.D.	2.89	0.95	2.66		
FLETE Y ACARREO	HORA M.O.D.	2.89	0.15	0.30		
GASTOS DE VIAJE	HORA M.O.D.	2.89	0.15	0.41		
DEPRECIACION DE EDIFICIOS	HORA M.O.D.	2.89	0.10	0.27		
DEPRECIACION DE MOBILIARIO	HORA M.O.D.	2.69	4.28	11.52		
DEPRECIACION DE OTRA MAQUINARIA	HORA M.O.D.	2.29	1.12	3.01		
DEPRECIACION VEICULOS	HORA M.O.D.	2.89	1.15	3.08		
<b>TOTAL COSTOS FIJOS</b>				<b>80.00</b>	<b>0.67</b>	<b>0.03</b>
<b>TOTAL COSTOS VARIABLES Y FIJOS</b>				<b>2935.71</b>	<b>20.23</b>	<b>0.83</b>
<b>UTILIDAD DE OPERACION</b>				<b>377.30</b>	<b>6.09</b>	
<b>GASTOS</b>						
<b>GASTOS ADMINISTRATIVOS</b>						
ADMINISTRACION SECCION		3009.21	0.00	100.00		
ADMINISTRACION DEPARTAMENTO		3809.21	0.01	27.43		
ADMINISTRACION ZAFORANO		2809.21	0.03	114.28		
<b>TOTAL GASTOS ADMINISTRATIVOS</b>				<b>248.71</b>	<b>1.72</b>	<b>0.08</b>
<b>GASTOS FINANCIEROS</b>						
INVENTARIO DE MATERIA PRIMA		3809.21	0.82	76.18		
INVENTARIO DE PRODUCTO MANUFACTURADO		3809.21	0.81	31.24		
<b>TOTAL GASTOS FINANCIEROS</b>				<b>107.42</b>	<b>0.75</b>	<b>0.03</b>
<b>TOTAL GASTOS</b>				<b>356.13</b>	<b>2.47</b>	<b>0.11</b>
<b>TOTAL COSTOS Y GASTOS</b>				<b>3271.49</b>	<b>27.70</b>	<b>1.00</b>
<b>RETORNO AL CAPITAL Y AL RIESGO</b>				<b>491.62</b>	<b>3.62</b>	
RENTABILIDAD SOBRE VENTAS				0.14		
RENTABILIDAD SOBRE COSTOS				0.10		
CANTIDAD MINIMA DE EQUILIBRIO				66.91		
PERIODO DE EQUILIBRIO				22.70		

## Anexo 3. Costeo de queso Mozzarella

## TRATAMIENTO CON ACIDO FOSFORICO

8,26%

Rta. 8,26%

Descripción	Unidad	Cantidad	Valor	Total	Análisis Unitario	Análisis Porcentual
<b>INGRESOS</b>						
INGRESO POR VENTAS	LIBRA	142.804	26.31	3751.91		
TOTAL INGRESOS		142.804		3751.91	26.31	1.00
<b>COSTOS</b>						
<b>COSTOS VARIABLES</b>						
MANO DE OBRA DIRECTA						
MANUFACTURA DE PRODUCTOS	HORA	2.77	-13.19	120.47		
PREBENDAS SUELDOS	HORA M.O.D.	2.77	0.10	0.28		
CAPACITACION	HORA M.O.D.	2.77	0.00	0.00		
CAJONCEAO	HORA M.O.D.	2.77	1.63	4.24		
PREAVISO	HORA M.O.D.	2.77	0.11	0.20		
CEBANTIA	HORA M.O.D.	2.77	0.09	1.80		
TRÉCEAO	HORA M.O.D.	2.77	1.71	4.74		
PLAN DE RETIRO	HORA M.O.D.	2.77	0.07	0.21		
IMPUESTO SOBRE LA RENTA	HORA M.O.D.	2.77	0.25	0.66		
TRANSPORTE	HORA M.O.D.	2.77	0.26	0.73		
SEGURO POR MUERTE	HORA M.O.D.	2.77	0.09	0.56		
FOGONI	HORA M.O.D.	2.77	0.29	0.77		
MANO DE OBRA INDIRECTA				127.50		
DISTRIBUCION OVER-HEAD						
TOTAL MANO DE OBRA				262.29	1.84	0.07
<b>MATERIA PRIMA</b>						
LECHE ENTERA	lt	409.6	4.9	1583.70		
LECHE DESCREMADA	lt	290.0	2.005	582.74		
SAL REFINADA -USA-	Lb	2.47	2.93	7.29		
CLORURO DE CALCIO	CC	140	0.0285	4.13		
ACIDO FOSFORICO	Gr	0.29506	184.130	54.88		
CUAJO	CC	70	0.315	22.04		
BOLSA (Para 7 Lt)	q/uno	21	1.29	27.09		
TOTAL MATERIA PRIMA				2581.87	18.11	0.78
TOTAL COSTOS VARIABLES				2844.26	19.85	0.88
MARGEN DE CONTRIBUCION				907.65	6.36	

Descripción	Unidad	Cantidad	Valor	Total	Análisis Unitario	Análisis Porcentual
<b>COSTOS FIJOS</b>						
COMBUSTIBLES Y LUBRICANTES	HORA M.O.D.	2.77	12.28	33.97		
SUMINISTROS DE LIMPIEZA	HORA M.O.D.	2.77	4.93	13.66		
SUMINISTROS Y ACCESORIOS	HORA M.O.D.	2.77	0.20	0.84		
SUMINISTROS MEDICOS	HORA M.O.D.	2.77	0.19	0.03		
SUMINISTROS DE LABORATORIO	HORA M.O.D.	2.77	0.65	2.34		
MATERIAL DIDACTICO	HORA M.O.D.	2.77	0.17	0.46		
HERRAMIENTAS	HORA M.O.D.	2.77	0.65	0.13		
UNIFORMES	HORA M.O.D.	2.77	1.41	3.61		
OTROS SUMINISTROS	HORA M.O.D.	2.77	0.24	0.64		
ADICIONES MENORES DE MOBIL	HORA M.O.D.	2.77	0.53	1.45		
SERVICIO DE LAVANDERIA	HORA M.O.D.	2.77	0.63	1.74		
SERVICIO DE TALLER	HORA M.O.D.	2.77	0.36	0.96		
SERVICIO DE LABORATORIO	HORA M.O.D.	2.77	0.09	0.14		
TELEFONO	HORA M.O.D.	2.77	0.09	0.16		
MANTENIMIENTO DE EDIFICIOS	HORA M.O.D.	2.77	0.65	1.62		
MANTENIMIENTO DE MOBILIARIO	HORA M.O.D.	2.77	4.73	19.10		
MANTENIMIENTO DE INSTALACIONES	HORA M.O.D.	2.77	0.95	2.63		
VARIOS	HORA M.O.D.	2.77	0.51	1.41		
FLETE Y ACARREO	HORA M.O.D.	2.77	0.11	0.31		
GASTOS DE VIAJE	HORA M.O.D.	2.77	0.15	0.42		
DEPRECIACION DE EDIFICIOS	HORA M.O.D.	2.77	0.10	0.28		
DEPRECIACION DE MOBILIARIO	HORA M.O.D.	2.77	4.28	11.66		
DEPRECIACION DE OTRA MAQUINARIA	HORA M.O.D.	2.77	1.12	3.10		
DEPRECIACION MEJORIAS	HORA M.O.D.	2.77	1.15	3.17		
TOTAL COSTOS FIJOS				<u>96.05</u>	<u>0.89</u>	<u>0.03</u>
TOTAL COSTOS VARIABLES Y FIJOS				<u>2943.11</u>	<u>20.04</u>	<u>0.69</u>
UTILIDAD DE OPERACION				<u>808.00</u>	<u>5.87</u>	
<b>GASTOS</b>						
<b>GASTOS ADMINISTRATIVOS</b>						
ADMINISTRACION SECCION		3809.21	0.03	109.16		
ADMINISTRACION DEPARTAMENTO		3809.21	0.01	27.43		
ADMINISTRACION ZAMORANO		3809.21	0.03	114.28		
TOTAL GASTOS ADMINISTRATIVOS				<u>249.07</u>	<u>1.74</u>	<u>0.08</u>
<b>GASTOS FINANCIEROS</b>						
INVENTARIO DE MATERIA PRIMA		3809.21	0.02	79.16		
INVENTARIO DE PRODUCTO MANUFACTURADO		3809.21	0.01	31.24		
TOTAL GASTOS FINANCIEROS				<u>107.42</u>	<u>0.75</u>	<u>0.03</u>
TOTAL GASTOS				<u>356.78</u>	<u>2.49</u>	<u>0.11</u>
TOTAL COSTOS Y GASTOS				<u>3296.89</u>	<u>23.18</u>	<u>1.30</u>
RETORNO AL CAPITAL Y AL RIESGO				<u>433.02</u>	<u>3.16</u>	
RENTABILIDAD SOBRE VENTAS				0.12		
RENTABILIDAD SOBRE COSTOS				0.14		
CANTIDAD MINIMA DE EQUILIBRIO				71.43		
PRECIO DE EQUILIBRIO				23.13		

## Anexo 4. Costeo de queso Mozzarella

## CONTROL QUESO MOZZARELLA

Rz = 8.5%

Descripción	Unidad	Cantidad	Valor	Total	Análisis Unitario	Análisis Porcentual
<b>INGRESOS</b>						
INGRESO POR VENTAS	LIBRA	137.06	06.31	3606.00		
TOTAL INGRESOS		137.06		3606.00	26.31	1.00
<b>COSTOS</b>						
<b>COSTOS VARIABLES</b>						
<b>MANO DE OBRA DIRECTA</b>						
<b>MANUFACTURA DE PRODUCTOS</b>						
PREPARACIÓN SUELDOS	HORA	3.5	43.48	152.22		
CAPACITACIÓN	HORA M.O.D.	3.5	0.00	0.00		
CATORCEAVO	HORA M.O.D.	3.5	1.53	6.36		
PRELAVO	HORA M.O.D.	3.5	0.11	0.37		
CEBANTIA	HORA M.O.D.	3.5	0.69	2.40		
TRECEAVO	HORA M.O.D.	3.5	1.71	6.06		
PLAN DE NETRO	HORA M.O.D.	3.5	0.07	0.20		
IMPUESTO SOBRE LA RENTA	HORA M.O.D.	3.5	0.25	0.86		
TRANSPORTE	HORA M.O.D.	3.5	0.26	0.93		
SEGURO POR MUERTE	HORA M.O.D.	3.5	0.06	0.23		
FOGON	HORA M.O.D.	3.5	0.28	0.97		
<b>MANO DE OBRA INDIRECTA</b>						
<b>DISTRIBUCION OVERHEAD</b>						
TOTAL MANO DE OBRA				172.93	2.14	0.08
<b>MATERIA PRIMA</b>						
LECHE ENTERA	lt	409.5	4.5	1683.70		
LECHE CONDENSADA	lt	290.5	2.006	642.74		
ESL. REFINADA -LSA-	Lb	2.36	2.96	6.93		
CLORURO DE CALCIO	CC.	140	0.0295	4.13		
CLAVO LÁCTICO	Kg	3.5	2.0100	7.04		
CUAJO	CC.	70	0.315	22.04		
BOLSA (Para 7 lb)	uno	21	1.29	27.09		
TOTAL MATERIA PRIMA				2532.67	18.49	0.77
TOTAL COSTOS VARIABLES				2658.53	20.62	0.85
MARGEN DE CONTRIBUCION				740.07	5.69	

Descripción	Unidad	Cantidad	Valor	Total	Análisis Unitario	Análisis Porcentual
<b>COSTOS FIJOS</b>						
COMBUSTIBLES Y LUBRICANTES	HORA M.O.D.	3,50	12,28	42,92		
SUMINISTROS DE LIMPIEZA	HORA M.O.D.	3,50	4,83	17,27		
SUMINISTROS Y ACCESORIOS	HORA M.O.D.	3,50	0,30	1,07		
SUMINISTROS MEDICOS	HORA M.O.D.	3,50	0,79	0,06		
SUMINISTROS DE LABORATORIO	HORA M.O.D.	3,00	0,85	2,96		
MATERIAL DIDACTICO	HORA M.O.D.	3,50	0,17	0,60		
HERRAMIENTAS	HORA M.O.D.	3,50	0,05	0,17		
UNIFORMES	HORA M.O.D.	3,50	1,45	4,93		
OTROS SUMINISTROS	HORA M.O.D.	3,50	0,24	0,85		
ADICIONES MENORES DE MOBIL.	HORA M.O.D.	3,50	0,03	1,07		
SERVICIO DE LAVANDERIA	HORA M.O.D.	3,50	0,63	2,20		
SERVICIO DE TALLER	HORA M.O.D.	3,50	0,36	1,24		
SERVICIO DE LABORATORIO	HORA M.O.D.	3,50	0,06	0,20		
TELEFONO	HORA M.O.D.	3,50	0,06	0,20		
MANTENIMIENTO DE EDIFICIOS	HORA M.O.D.	3,50	0,66	1,92		
MANTENIMIENTO DE MOBILIARIO	HORA M.O.D.	3,50	4,73	16,55		
MANTENIMIENTO DE INSTALACIONES	HORA M.O.D.	3,50	0,96	3,32		
VARIOS	HORA M.O.D.	3,50	0,51	1,76		
FLETE Y ACARreo	HORA M.O.D.	3,50	0,11	0,39		
GASTOS DE VIAJE	HORA M.O.D.	3,50	0,15	0,53		
DEPRECIACION DE EDIFICIOS	HORA M.O.D.	3,50	0,10	0,36		
DEPRECIACION DE MOBILIARIO	HORA M.O.D.	3,50	4,28	14,99		
DEPRECIACION DE OTRA MAQUINARIA	HORA M.O.D.	3,50	1,12	3,91		
DEPRECIACION MEJORAS	HORA M.O.D.	3,00	1,15	4,01		
<b>TOTAL COSTOS FIJOS</b>				<b>124,90</b>	<b>0,81</b>	<b>0,64</b>
<b>TOTAL COSTOS VARIABLES Y FIJOS</b>				<b>2051,43</b>	<b>21,53</b>	<b>0,99</b>
<b>UTILIDAD DE OPERACION</b>				<b>856,17</b>	<b>4,78</b>	
<b>GASTOS</b>						
<b>GASTOS ADMINISTRATIVOS</b>						
ADMINISTRACION SECCION		3409,21	0,03	105,66		
ADMINISTRACION DEPARTAMENTO		3408,21	0,01	27,43		
ADMINISTRACION ZAMORANO		2809,21	0,03	114,28		
<b>TOTAL GASTOS ADMINISTRATIVOS</b>				<b>248,37</b>	<b>1,61</b>	<b>0,08</b>
<b>GASTOS FINANCIEROS</b>						
INVENTARIO DE MATERIA PRIMA		7809,21	0,02	78,58		
INVENTARIO DE PRODUCTO MANUFACTURADO		3409,21	0,01	31,24		
<b>TOTAL GASTOS FINANCIEROS</b>				<b>107,42</b>	<b>0,78</b>	<b>0,03</b>
<b>TOTAL GASTOS</b>				<b>355,79</b>	<b>2,80</b>	<b>0,11</b>
<b>TOTAL COSTOS Y GASTOS</b>				<b>2407,21</b>	<b>24,33</b>	<b>1,00</b>
<b>RETORNO AL CAPITAL Y AL RIESGO</b>				<b>260,36</b>	<b>2,11</b>	
RENTABILIDAD SOBRE VENTAS				0,08		
RENTABILIDAD SOBRE COSTOS				0,03		
CANTIDAD MINIMA DE EQUILIBRIO				84,46		
PRECIO DE EQUILIBRIO				24,13		

Anexo 5. Tabla multidimensional de riesgo

Análisis de Rentabilidad de queso Mozzarella, utilizando ácido cítrico

		Variación en precio de queso									
		Negativo ←			→ Positivo						
		23.61	24.51	25.41	26.31	27.21	28.11	29.01	29.91	30.81	
Variación en Rendimiento de queso	Negativo ↑	8.30%	-4.3%	-1.0%	2.3%	5.6%	8.8%	12.0%	15.2%	18.4%	21.6%
		8.40%	-3.3%	0.1%	3.4%	6.7%	9.9%	13.2%	16.4%	19.6%	22.8%
		8.50%	-2.3%	1.1%	4.4%	7.8%	11.1%	14.4%	17.6%	20.9%	24.1%
		8.60%	-1.3%	2.1%	5.5%	8.9%	12.2%	15.5%	18.8%	22.1%	25.3%
		8.70%	-0.3%	3.2%	6.6%	10.0%	13.3%	16.7%	20.0%	23.3%	26.5%
	8.80%	0.7%	4.2%	7.6%	11.0%	14.4%	17.8%	21.1%	24.5%	27.8%	
	8.90%	1.7%	5.2%	8.7%	12.1%	15.5%	18.9%	22.3%	25.7%	29.0%	
	9.00%	2.7%	6.2%	9.7%	13.2%	16.6%	20.1%	23.5%	26.8%	30.2%	
	9.10%	3.7%	7.2%	10.8%	14.3%	17.7%	21.2%	24.6%	28.0%	31.4%	
	9.20%	4.7%	8.2%	11.8%	15.3%	18.8%	22.3%	25.8%	29.2%	32.6%	
Positivo ↓	9.30%	5.6%	9.3%	12.8%	16.4%	19.9%	23.5%	26.9%	30.4%	33.8%	
	9.40%	6.6%	10.3%	13.9%	17.5%	21.0%	24.6%	28.1%	31.6%	35.0%	
	9.50%	7.6%	11.3%	14.9%	18.6%	22.1%	25.7%	29.2%	32.7%	36.2%	
	9.60%	8.6%	12.3%	15.9%	19.6%	23.2%	26.8%	30.4%	33.9%	37.4%	
	9.70%	9.5%	13.3%	17.0%	20.6%	24.3%	27.9%	31.5%	35.1%	38.6%	
9.80%	10.5%	14.3%	18.0%	21.7%	25.4%	29.0%	32.6%	36.2%	39.8%		

\* La intersección del área sombreada (17.5%), corresponde a rentabilidad con el precio y rendimiento promedios

Anexo 6. Tabla Multidimensional de Riesgo

Análisis de Rentabilidad de queso Mozzarella, utilizando ácido acético

Rendimiento de queso	Negativo ←		Variación en precio de queso		→ Positivo				
	23.51	24.51	25.41	26.31	27.21	28.11	29.01	29.91	30.81
8.30%	-5.2%	-1.9%	1.4%	4.6%	7.6%	11.0%	14.2%	17.3%	20.6%
8.40%	-4.2%	-0.9%	2.4%	5.7%	8.9%	12.2%	15.4%	18.5%	21.7%
8.50%	-3.2%	0.2%	3.5%	6.8%	10.1%	13.3%	16.5%	19.7%	22.9%
8.60%	-2.2%	1.2%	4.6%	7.9%	11.2%	14.4%	17.7%	20.9%	24.2%
8.70%	-1.2%	2.2%	5.6%	8.9%	12.3%	15.6%	18.9%	22.1%	25.4%
8.80%	-0.2%	3.2%	6.6%	10.0%	13.4%	16.7%	20.0%	23.3%	26.6%
8.90%	0.8%	4.2%	7.7%	11.1%	14.5%	17.9%	21.2%	24.5%	27.8%
9.00%	1.7%	5.2%	8.7%	12.2%	15.6%	19.0%	22.4%	25.7%	29.0%
9.10%	2.7%	6.2%	9.7%	13.2%	16.7%	20.1%	23.5%	26.9%	30.2%
9.20%	3.7%	7.2%	10.8%	14.3%	17.8%	21.2%	24.6%	28.1%	31.4%
9.30%	4.7%	8.3%	11.8%	15.3%	18.9%	22.3%	25.6%	29.2%	32.6%
9.38%	5.2%	8.9%	12.4%	16.0%	19.5%	23.0%	26.5%	29.9%	33.3%
9.50%	6.6%	10.2%	13.9%	17.5%	21.0%	24.6%	28.1%	31.6%	35.0%
9.60%	7.6%	11.2%	14.9%	18.5%	22.1%	25.7%	29.2%	32.7%	36.2%
9.70%	8.5%	12.2%	15.9%	19.6%	23.2%	26.8%	30.3%	33.9%	37.4%
9.80%	9.5%	13.2%	16.9%	20.6%	24.2%	27.9%	31.4%	35.0%	38.6%

\* La intersección del área sombreada (16.0%), corresponde a rentabilidad con el precio y rendimiento promedios

Anexo 7. Tabla Multidimensional de Riesgo  
Análisis de Rentabilidad de queso Mozzarella, utilizando ácido fosfórico

	Negativo ←		Vanación en precio de queso		→ Positivo				
	23.61	24.61	25.41	26.31	27.21	28.11	29.01	29.91	30.81
8.30%	-5.0%	-2.8%	0.6%	3.7%	6.9%	10.0%	13.2%	16.3%	19.4%
8.40%	-5.0%	-1.8%	1.5%	4.8%	8.0%	11.2%	14.4%	17.5%	20.6%
8.50%	-4.1%	-0.7%	2.6%	5.8%	9.1%	12.3%	15.5%	18.7%	21.9%
8.60%	-3.1%	0.3%	3.6%	6.8%	10.2%	13.4%	16.7%	19.9%	23.1%
8.70%	-2.1%	1.3%	4.6%	8.0%	11.3%	14.6%	17.8%	21.1%	24.3%
8.80%	-1.1%	2.3%	5.7%	9.0%	12.4%	15.7%	19.0%	22.3%	25.5%
8.90%	-0.1%	3.3%	6.7%	10.1%	13.5%	16.8%	20.1%	23.4%	26.7%
9.00%	0.8%	4.3%	7.8%	11.2%	14.6%	17.9%	21.3%	24.6%	27.9%
9.10%	1.8%	5.3%	8.8%	12.2%	15.7%	19.1%	22.4%	25.8%	29.1%
9.20%	2.8%	6.3%	9.8%	13.3%	16.7%	20.2%	23.6%	26.9%	30.3%
9.26%	3.4%	6.9%	10.4%	13.9%	17.4%	20.8%	24.3%	27.6%	31.0%
9.40%	4.7%	8.3%	11.9%	15.4%	18.5%	22.4%	25.8%	29.3%	32.7%
9.60%	6.7%	9.3%	12.9%	16.4%	20.0%	23.5%	27.0%	30.4%	33.9%
9.60%	6.6%	10.3%	13.9%	17.5%	21.0%	24.6%	28.1%	31.6%	36.0%
9.70%	7.8%	11.2%	14.9%	18.5%	22.1%	25.7%	29.2%	32.7%	36.2%
9.80%	8.5%	12.2%	15.8%	19.5%	23.2%	26.8%	30.3%	33.9%	37.4%

\* La intersección del área sombreada (13.9%), corresponde a rentabilidad con el precio y rendimiento promedio

Anexo 8. Tabla Multidimensional de Riesgo

Análisis de Rentabilidad del tratamiento control de queso Mozzarella.

		Variación en precio de queso									
		Negativo ←			→ Positivo						
		23.61	24.51	25.41	26.31	27.21	28.11	29.01	29.91	30.81	
Variación en Rendimiento de queso	Negativo ↑	8.30%	-6.3%	-3.1%	0.2%	3.4%	6.6%	9.7%	12.9%	16.0%	19.1%
		8.40%	-5.3%	-2.0%	1.2%	4.5%	7.7%	10.9%	14.0%	17.2%	20.3%
		8.50%	-4.3%	-1.0%	2.3%	5.5%	8.8%	12.0%	15.2%	18.4%	21.5%
		8.60%	-3.3%	0.0%	3.3%	6.6%	9.9%	13.1%	16.4%	19.6%	22.7%
		8.70%	-2.4%	1.0%	4.3%	7.7%	11.0%	14.3%	17.6%	20.7%	24.0%
	Positivo ↓	8.80%	-1.4%	2.0%	5.4%	8.7%	12.1%	15.4%	18.7%	21.9%	25.2%
		8.90%	-0.4%	3.0%	6.4%	9.8%	13.2%	16.5%	19.8%	23.1%	26.4%
		9.00%	0.6%	4.0%	7.5%	10.9%	14.3%	17.6%	21.0%	24.3%	27.6%
		9.10%	1.6%	5.0%	8.6%	11.9%	15.3%	18.7%	22.1%	25.4%	28.8%
		9.20%	2.5%	6.0%	9.6%	13.0%	16.4%	19.8%	23.2%	26.8%	29.9%
9.30%	3.5%	7.0%	10.5%	14.0%	17.5%	20.9%	24.4%	27.8%	31.1%		
9.40%	4.4%	8.0%	11.5%	15.1%	18.6%	22.0%	25.5%	28.9%	32.3%		
9.50%	5.4%	9.0%	12.6%	16.1%	19.6%	23.1%	26.6%	30.1%	33.6%		
9.60%	6.3%	10.0%	13.6%	17.1%	20.7%	24.2%	27.7%	31.2%	34.7%		
9.70%	7.3%	10.9%	14.6%	18.2%	21.8%	25.3%	28.9%	32.4%	35.8%		
9.80%	8.2%	11.9%	15.6%	19.2%	22.8%	26.4%	30.0%	33.5%	37.0%		

\* La intersección del área sombreada (9.8%), corresponde a rentabilidad con el precio y rendimiento promedios

## Anexo 9, Hoja de evaluación de queso Mozzarella

Nombre \_\_\_\_\_

Fecha \_\_\_\_\_

Por favor, siéntase cómodo y pruebe cada muestra. Analice las características que se especifican, e indique el grado que le gusta o disgusta la muestra de acuerdo a la escala presentada.

**Presentación: Queso fresco sin fundir**

Atributos	Escala	Puntaje	Producto 245	Producto 654	Producto 954	Producto 245
Color	Muy blanco	1				
	Blanco	2				
	Intermedio	3				
	Amarillo	4				
	Muy amarillo	5				
Consistencia	Muy suave	1				
	Suave	2				
	Regular	3				
	Firme	4				
	Muy firme	5				

**Presentación: Queso fundido**

Atributos	Escala	Puntaje	Producto 245	Producto 654	Producto 954	Producto 245
Aroma	Muy pobre	1				
	Pobre	2				
	Regular	3				
	Alto	4				
	Muy alto	5				
Sabor	Muy pobre	1				
	Pobre	2				
	Regular	3				
	Bueno	4				
	Excelente	5				
Textura	Pésima	1				
	Mala	2				
	Regular	3				
	Buena	4				
	Excelente	5				

Atributos	Escala	Puntaje	Producto 245	Producto 654	Producto 954	Producto 245
Elasticidad	Muy pobre	1				
	Pobre	2				
	Regular	3				
	Alta	4				
	Muy alta	5				
Calidad global	Muy pobre	1				
	Pobre	2				
	Regular	3				
	Buena	4				
	Excelente	5				