

Estudio de tres alternativas para mejorar la calidad del queso Cabaña producido en Zamorano

Abel Felipe Peña Velasco

ZAMORANO
Carrera de Agroindustria

Noviembre, 2000

**ZAMORANO
CARRERA DE AGROINDUSTRIA**

Estudio de tres alternativas para mejorar la calidad del queso Cabaña producido en Zamorano

Tesis presentada como requisito parcial para
optar al título de Ingeniero Agrónomo
en el grado académico de Licenciatura

Por:

Abel Felipe Peña Velasco

Honduras: Noviembre, 2000

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

Abel Peña

Zamorano, Honduras
Noviembre, 2000

Estudio de tres alternativas para mejorar la calidad del queso Cabaña producido en Zamorano

Presentado por

Abel Peña

Aprobada:

Manuel Morales, M. Sc.
Asesor Principal

Claudia Garcia, Ph.D.
Coordinador de Carrera

Gladys de Flores, M. Sc.
Asesor

Antonio Flores, Ph.D.
Decano Académico

Oscar Sanabria, M.B.A., M. Sc.
Asesor

Keith Andrews, Ph.D.
Director General

Aurelio Revilla, M. Sc.
Coordinador PIA

DEDICATORIA

Dedicado a los seres más queridos, mis padres y hermana, que fueron partícipes de este esfuerzo como amor, ejemplo, apoyo y sacrificio.

A toda la gente que creyó en mi persona para este gran reto y de la cuál recibí su apoyo.

A la gente que lucha y se esfuerza por ser mejor en la vida.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios y a la Virgen por darme todo, la vida, una linda familia, salud, la gran oportunidad de superarme como persona y profesional, y la fuerza para alcanzar esta meta.

A mis queridos padres, Franklin y Norah por ser siempre un ejemplo a seguir, su infinito amor y dedicación para educarme.

A Verónica, mi hermana por su alegría, cariño y por que siempre estuvo pendiente de mí, brindandome apoyo y ánimos.

A mi mamá Adelita por ser una mujer ejemplo a quien quiero mucho.

A mis tíos José Luis, Cristina, Ruth, Osvaldo y Lourdes por ser un apoyo enorme para mis padres y por todo su cariño.

A todos mis primos y demás familia que siempre estuvieron pendientes y acordándose de mí.

A Varinia Elizabeth por todo su amor y por hacer de mis días en Honduras inolvidables. Te amo.

A mis asesores, Ing. Manuel Morales y Licda. Gladys de Flores por todo el apoyo, paciencia, confianza, y su excelente dirección para la realización de este proyecto.

A mis amigos y compañeros de departamento: Carlos, Angel, Paola, Wilfredo, Nick, Juan, Byron y en especial a Sonia por ser una amiga incondicional que nunca voy a olvidar, gracias por todo.

A mis amigos de la colonia boliviana: Ruben, Jaime, Claudio, Rolando, Eduardo, Dayske y Javier por que siempre de alguna manera fueron un gran apoyo.

A mis profesores del Departamento de Agroindustria, por la constante disposición a enseñarnos.

Al personal de la planta de lácteos, en especial a Rigoberto, Fredil y Alfredo.

AGRADECIMIENTOS A PATROCINADORES

A mis padres por el gran sacrificio y por darme la oportunidad de aprender todo este tiempo.

A Fundapro por el crédito otorgado durante el Programa de Agrónomo.

RESUMEN

Peña Velasco, Abel Felipe. 2000. Estudio de tres alternativas para mejorar la calidad del queso Cabaña producido en Zamorano. Proyecto Especial del Programa de Ingeniero Agrónomo, Zamorano, Honduras. 44 p.

La manufactura de quesos en la planta de lácteos de Zamorano es una de las actividades más rentables. Uno de los quesos producidos es el Cabaña, queso suave no madurado, blanco y de sabor ligeramente ácido. Es producido bajo el método largo, con 19 horas de proceso (14 horas de coagulación). El tiempo excesivo que la leche pasa en la quesera coagulando, sin un control adecuado de la temperatura ambiental y con una alta incidencia microbiana, traen consigo problemas de textura, apariencia, vida útil del producto, lo que afecta su comercialización. Para solucionar estos problemas se estudiaron tres alternativas: 1) desarrollo de un método instantáneo vía acidificación directa, 2) aplicación de un nivel más riguroso de Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) más un control estricto de los parámetros en ciertos puntos del proceso para el método largo y 3) el diseño de un ambiente controlado para el área de quesos de la planta. De las tres alternativas, la que se puede implementar con éxito a corto plazo es la aplicación de un nivel de BPM riguroso más un control estricto de puntos del proceso, con esto se pudo reducir la carga microbiana del producto final y mejorar la textura. Se determinó que la contaminación es totalmente ambiental. La alternativa del método instantáneo redujo el tiempo a 7 horas (3 horas de coagulación) no fue aplicable debido a una degradación proteolítica sufrida en el queso Cabaña durante almacenamiento, pero no se debe descartar un estudio posterior pues este método es más rentable. A mediano plazo se recomienda aislar la sección de quesos, mediante un ambiente controlado, para producir quesos de mejor calidad, más seguros y rentables.

Palabras claves: Acidificación directa, ambiente controlado, BPM, calidad, degradación proteolítica, método instantáneo.

Dr. Abelino Pitty

Nota de Prensa

LOS PRODUCTOS LACTEOS HECHOS EN ZAMORANO BUSCAN MANTENER SU BUENA CALIDAD

La planta de lácteos de Zamorano es la que lleva más productos bajo esta marca con el fin de ser comercializados en muchos supermercados de Tegucigalpa. La competencia es grande (Lacthosa y Leyde de Honduras, Dos Pinos de Costa Rica entre otros) por lo tanto estos productos deben asegurar su calidad para mantenerse en un mercado creciente y exigente.

Dentro de la línea de productos que se ofrece al consumidor está la de quesos, siendo esta la más rentable para la planta. Estos quesos son en su mayoría frescos y muy acordes a las exigencias del mercado.

El queso Cabaña o “Cottage” es un queso fresco y bajo en grasa (su principal atractivo), es elaborado por la planta ya hace muchos años, en el país no existe una competencia directa para este queso, sin embargo su calidad es variable y muchas veces no se ofrece a los compradores un producto igual al que consumieron antes, esto afecta su imagen y la de otros productos hechos en Zamorano.

Para evitar estos problemas se realizó un estudio de tres alternativas posibles de solución. La primera fue reducir el tiempo de proceso (para evitar posibles contaminaciones en un proceso sumamente largo), se realizaron pruebas donde se cumplió el objetivo de reducir ese tiempo pero el queso no mantuvo las buenas características iniciales, por lo tanto esta alternativa resultó no aplicable por el momento.

La segunda fue aplicar un nivel de control en proceso más exigente al comúnmente empleado, con esta se mejoraron muchas características del queso y se aseguro su vida útil, así esta alternativa fue la más aplicable a corto plazo.

La tercera fue el diseño de un ambiente para la sección de quesos de la planta que sea aislada de posibles contaminaciones y a la vez se tenga control de la temperatura, esta sería la mejor sin embargo se requiere de una inversión por lo tanto se convierte en una opción a mediano plazo pero si llegaría a ser la más efectiva para manufacturar quesos de muy buena calidad, seguros al consumidor y sobre todo rentables.

Lic. Sobeyda Alvarez

CONTENIDO

Portadilla.....	i
Autoría.....	ii
Páginas de firmas.....	iii
Dedicatoria.....	iv
Agradecimientos.....	v
Agradecimiento a patrocinadores.....	vi
Resumen.....	vii
Nota de prensa.....	viii
Contenido.....	ix
Indice de Cuadros.....	xii
Indice de Anexos.....	xiii
1 INTRODUCCION.....	1
1.1 DEFINICION DEL PROBLEMA.....	1
1.2 ANTECEDENTES.....	1
1.3 JUSTIFICACION DEL ESTUDIO.....	2
1.4 LIMITANTES DEL ESTUDIO.....	2
1.5 OBJETIVOS.....	3
1.5.1 Objetivo general.....	3
1.5.2 Objetivos específicos.....	3
2 REVISION DE LITERATURA.....	4
2.1 EL QUESO.....	4
2.2 IMPORTANCIA DEL QUESO.....	4
2.3 QUESO CABAÑA.....	5
2.4 METODOS CONVENCIONALES.....	6
2.5 ACIDIFICACION DIRECTA.....	7
2.6 ACIDULANTES.....	8
2.7 BUENAS PRACTICAS DE MANUFACTURA.....	9
2.8 PROCESO TECNOLOGICO PARA LA ELABORACION DEL QUESO CABAÑA.....	9
2.8.1 Recepción de la leche.....	9
2.8.2 Estandarización y pasteurización de la leche.....	10
2.8.3 Formación de la cuajada.....	10
2.8.3.1 Coagulación ácida.....	11
2.8.3.2 Coagulación enzimática.....	11
2.8.4 Corte de la cuajada.....	12
2.8.5 Cocción de la cuajada.....	12
2.8.6 Desuerado y lavado.....	13
2.8.7 Cremado y salado.....	13
2.8.8 Rendimiento del Queso Cabaña.....	14
2.9 PRINCIPALES DEFECTOS DEL QUESO CABAÑA Y SUS	15
	17
	17
	17
	18

	CAUSAS.....	
3	MATERIALES Y METODOS.....	
3.1	UBICACION.....	
3.2	MATERIALES Y EQUIPO.....	
3.3	METODOLOGIA DESARROLLADA EN EL PROYECTO.....	
3.3.1	Elaboración del queso Cabaña por un método instantáneo vía acidificación directa.....	
3.3.1.1	Acidulante.....	
3.3.1.2	Análisis químicos.....	
3.3.1.3	Análisis económico comparativo.....	
3.3.2	Aplicación de un nivel más riguroso de BPM y mayor control de parámetros en puntos específicos del proceso para el método largo.....	
3.3.2.1	Análisis microbiológico del ambiente del área de quesos en la planta.....	
3.3.2.2	Prueba de coliformes del agua potable de la planta.....	
3.3.2.3	Análisis microbiológico del producto final obtenido por el método convencional para dos niveles de buenas prácticas de manufactura (BPM)	
3.3.2.4	Control de parámetros en puntos específicos del proceso.....	
3.3.3	Diseño de una división para crear un área con ambiente controlado para la sección de quesos de la planta.....	
4	RESULTADOS Y DISCUSION.....	
4.1	PROCESO TECNOLOGICO VIA ACIDIFICACION DIRECTA.....	
4.1.1	Efecto del acidulante.....	
4.1.2	Análisis químicos.....	
4.1.3	Análisis económico comparativo.....	
4.2	APLICACION DE UN NIVEL MAS RIGUROSO DE BPM Y MAYOR CONTROL EN LOS PUNTOS DE PROCESO PARA EL METODO LARGO.....	
4.2.1	Análisis microbiológico del ambiente del área de quesos.....	
4.2.1.1	Conteo bacteriano.....	
4.2.1.2	Conteo de hongos.....	
4.2.2	Prueba de coliformes del agua potable de la planta.....	
4.2.3	Análisis Microbiológico del producto final obtenido por el método largo convencional (para dos niveles de BPM).....	
4.2.4	Control de parámetros en puntos específicos del proceso.....	
4.3	DISEÑO DE UNA DIVISION PARA CREAR UN AREA CON AMBIENTE CONTROLADO PARA LA SECCION DE QUESOS DE LA PLANTA.....	
5	CONCLUSIONES.....	
6	RECOMENDACIONES.....	35
7	BIBLIOGRAFIA.....	36
8	ANEXOS.....	38

INDICE DE CUADROS

Cuadro

1.	Composición química del queso Cabaña por 100 g de muestra.....	6
2.	Rangos aceptables para microorganismos en queso Cabaña fresco.....	15
3.	Defectos más comunes y sus causas, en el queso Cabaña.....	16
4.	Calificación de los platos de sedimentación para medio PCA.....	21
5.	Descripción de los niveles de BPM usados para el método largo convencional.....	22
6.	Hoja de verificación de parámetros medidos en puntos de proceso del queso Cabaña.....	23
7.	Resultados obtenidos del análisis químico de queso Cabaña para dos métodos de elaboración.....	28
8.	Resumen de resultados económicos, para 100 kg de queso Cabaña en la planta de lácteos de Zamorano.....	29
9.	Clasificación del ambiente por sedimentación para medio PCA.....	30
10.	Resultados del análisis del ambiente por sedimentación para medio PDA.....	30
11.	Análisis microbiológico general de dos tandas de queso Cabaña bajo el Nivel 1 de BPM (UFC/g).....	31
12.	Análisis microbiológico general de queso Cabaña bajo el Nivel 2 de BPM (UFC/g).....	31

INDICE DE ANEXOS

Anexo

1.	Costeo de queso Cabaña para el método largo convencional.....	39
2.	Costeo de queso Cabaña para el método instantáneo.....	41
3.	Plano del diseño del ambiente controlado para el área de quesos.....	43
4.	Corte y elevación del diseño.....	44

1. INTRODUCCION

1.1 DEFINICION DEL PROBLEMA

La elaboración de quesos en la planta de procesamiento de productos lácteos de Zamorano es una de las actividades más rentables. Dentro de los quesos manufacturados en esta planta está el queso Cabaña, un queso fresco, de ligero sabor ácido, color blanco, no madurado y con un porcentaje de grasa bajo (aproximadamente 4% o menos). Este queso tiene una buena demanda, tanto dentro de los productos que Zamorano ofrece en sus instalaciones como también dentro de los que son comercializados en muchos supermercados de Tegucigalpa.

Este queso es elaborado por el método largo convencional con un tiempo promedio total de 19 horas, donde solamente la coagulación toma un promedio de 14 horas; todo ese tiempo la leche debe reposar en la quesera (durante la noche y a temperatura ambiente) para convertirse en una cuajada adecuada, por medio de una coagulación de tipo ácida.

Por el tipo de instalaciones de la planta de lácteos de Zamorano, la contaminación a lo largo de todo el periodo de coagulación es alta. Esto juntamente con la temperatura del ambiente sin control y problemas con los cultivos lácticos han traído consigo dificultades para la obtención de un producto final uniforme y de calidad.

1.2 ANTECEDENTES

Previo a este estudio, en Zamorano, Molina (1998) probó alternativas para reducir el tiempo de coagulación del queso Mozzarella; en este estudio se evaluaron tres tratamientos: un ácido orgánico, cultivo de yogurt y cultivo láctico mas cultivo de yogurt. Se obtuvieron buenos resultados sobretodo con el uso de ácido cítrico (como ácido orgánico) y tuvo mejor respuesta a los dos cultivos, tanto en rentabilidad como en rendimientos; sin embargo, no se obtuvieron diferencias significativas en el aspecto sensorial entre los tres tratamientos.

Bernal (1999) probó la utilización de tres acidulantes de grado alimenticio en la elaboración de queso Mozzarella, los tres tratamientos empleados fueron: ácido cítrico, ácido fosfórico y ácido acético glacial. Al igual que en el estudio de Molina, se encontró que el ácido cítrico es el que mejores características sensoriales aporta al queso y es el que también tiene la mayor rentabilidad. Sin embargo esto tampoco se implementó en la planta de lácteos de Zamorano, pues el producto obtenido no desarrolló un aroma y sabor apropiados y competitivos (propios del queso Mozzarella) en el mercado de los quesos, destinados a satisfacer la demanda de las pizzerías en Tegucigalpa.

1.3 JUSTIFICACION DEL ESTUDIO

En la planta de lácteos de Zamorano el queso Cabaña es elaborado por el método largo convencional, lo cual trae muchos problemas relacionados con niveles de acidez muy variables, debido a que no hay un control del pH en la cuajada durante la noche que pasa ésta en la quesera, lo que provoca una textura granulosa muy menuda y pastosa; además el excesivo tiempo que la leche es dejada en la quesera de coagulación (12 a 16 horas) trae consigo el riesgo de posibles contaminaciones microbianas, que van a reducir la vida de anaquel del producto final. Estos problemas están afectando actualmente la comercialización del producto.

Para corregir estos problemas que afectan la comercialización del queso Cabaña, en el presente proyecto se estudiaron tres alternativas de solución a estos problemas: desarrollo de un método instantáneo, un nivel de buenas prácticas de manufactura más riguroso acompañado de un mayor control en puntos del proceso para el método actual y el diseño de una división para crear un área con ambiente controlado para la sección de quesos de la planta.

El método que se busca desarrollar e implementar en la planta de lácteos de Zamorano es un método instantáneo. El tiempo de formación de cuajada será menor incluso que el método corto convencional. Este método instantáneo se logrará mediante la adición de ácido a la leche (acidificación directa), que ya es aceptado por la FDA de los Estados Unidos, pero se exige que los quesos lleven en su empaque el rótulo de “acidificación directa” (Kosikowski, 1982).

1.4 LIMITANTES DEL ESTUDIO

El área de quesos de la planta de lácteos es muy propensa a la contaminación, al no estar aislada de las otras áreas de producción y desecho, además que la temperatura del lugar depende del ambiente afectando negativamente el desarrollo de los cultivos lácticos en la leche.

La literatura al alcance es poco específica para temas de acidificación directa y muy reducida, por lo cual muchos datos y parámetros del proyecto fueron desarrollados durante el estudio, en pruebas de laboratorio y pruebas a nivel de planta.

1.5 OBJETIVOS

1.5.1 Objetivo General

- Estudiar tres alternativas para mejorar la calidad del queso Cabaña producido actualmente en la planta de procesamiento de productos lácteos de Zamorano.

1.5.2 Objetivos específicos

- Desarrollar e implementar un método instantáneo para la elaboración de queso Cabaña por acidificación directa, para la planta de lácteos de Zamorano.
- Realizar un análisis económico comparativo entre el método largo convencional y el método de acidificación directa que se desea desarrollar e implementar.
- Estudiar el efecto de la aplicación de un nivel más riguroso de buenas prácticas de manufactura, en el método largo convencional, sobre la calidad del producto; además de un mayor control de los parámetros en puntos específicos del proceso para la elaboración del queso.
- Diseñar un ambiente controlado para el área de quesos de la planta.

2. REVISION DE LITERATURA

2.1 EL QUESO

Queso es la cuajada o sustancia formada por la coagulación de la leche de ciertos mamíferos gracias a la acción de la renina u otras enzimas similares, con la presencia de ácido láctico producido por la adición de cepas de microorganismos benignos; de esta cuajada se elimina parte de la humedad a través del corte, cocinado, prensado, moldeado y luego madurado en almacenamiento durante cierto tiempo a temperatura y humedad adecuadas (Davis, 1965).

Para Cenzano (1992) la definición admitida internacionalmente es la siguiente: “Queso es el producto fresco o madurado obtenido por coagulación y separación del suero de cualquiera de los productos: leche, crema, leche descremada, suero de mantequilla o una mezcla de cualquiera de ellos”.

Para Alais (1985) el queso es el producto de la coagulación de la leche de algunos mamíferos, generalmente bajo la acción del cuajo. El coágulo se separa del suero, que contiene las sustancias solubles, y forma el queso tras el desuerado y la maduración (no siempre necesaria); contiene principalmente la caseína y grasa de la leche.

2.2 IMPORTANCIA DEL QUESO

Según Wilster (1954) el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos señalaba para ese entonces, que el queso contiene casi toda la proteína y grasa de la leche a partir de la cual es manufacturado, tiene un contenido de agua relativamente bajo, es un alimento sumamente nutritivo y una de las formas más baratas de incluir todos estos beneficios en la dieta diaria de la población.

Para Alais (1985) el queso es un alimento universal, que se produce en casi todas las regiones del globo y éste se encuentra entre los mejores alimentos para el hombre, no sólo por su elevado valor nutritivo sino también por las cualidades sensoriales extremadamente variadas que poseen, satisfaciendo así a un sin fin de consumidores.

En resumen el queso es importante en la dieta humana por las siguientes razones:

- Es un recurso accesiblemente económico de la proteína de la leche.
- Es una fuente muy rica en calcio.
- Es una forma concentrada de energía.
- Es una excelente fuente de muchas vitaminas, especialmente vitamina A.
- Es altamente digestible.
- Existe una gran variedad de los mismos permitiendo un amplio uso en el arte culinario y la gastronomía.

2.3 QUESO CABAÑA

El queso Cabaña históricamente es un alimento popular de la parte central de Europa, donde era elaborado en casas de campo y granjas. La América colonial adoptó la técnica para la manufactura de este queso que se realizaba en cabañas y así se le dió el nombre (Kosikowski, 1982).

El queso Cabaña es un tipo de queso suave, no madurado, de color blanco, cuajada cocida, sabor ligeramente ácido, hecho principalmente a partir de leche descremada; también sal, crema o crema ácida pueden ser eventualmente añadidos como ingredientes. Los principales países donde se elabora son Estados Unidos, Inglaterra y Canadá (Hargrove y Alford, 1983).

La industria moderna para la elaboración del queso Cabaña se inició en Estados Unidos en 1915; el nuevo tipo de producto, cremoso, con una suave textura y ligero sabor ácido llegó a ser muy común en este país, aumentando considerablemente cada año su consumo y ahora es exitosamente distribuido a Israel, Alemania, Dinamarca, Japón, Australia y Nueva Zelanda (Kosikowski, 1982).

El queso Cabaña es de bajo contenido graso, ésta es una razón de su popularidad pues actualmente se buscan alimentos bajos en calorías. Otra razón que lo hace atractivo es su contenido relativamente alto de proteína, minerales y vitaminas (Cuadro 1). Estos y otros factores relacionados con su sabor y textura son los que promocionan y estimulan su consumo, principalmente en consumidores conscientes de la salud y su dieta (Emmons y Tuckey, 1967).

2.4 METODOS CONVENCIONALES

Para la elaboración del queso Cabaña existen tres métodos convencionales en los cuales su principal diferencia es el tiempo de formación de la cuajada, éstos son: corto, medio y largo; con tiempos promedio de 5, 8 y 14 horas respectivamente (Kosikowski, 1982).

Los factores que van a afectar el tiempo de formación de cuajada son: el porcentaje de cultivo láctico empleado con base en el volumen total inicial de leche y la temperatura de la leche cuando se le adiciona el cultivo. Para el método largo se regula la temperatura de la leche a 22.2°C e inmediatamente se le adiciona 0.5% de cultivo láctico, mientras que para los métodos corto y medio la temperatura de la leche es de 32.2 y 26.7°C, respectivamente, y el porcentaje de cultivo añadido es de 5 y 3% para cada método (Hargrove y Alford, 1983).

Cuadro 1. Composición química del queso Cabaña por 100 g de muestra.

Componente	Queso Cabaña
Agua (g)	78.3
Calorías	104
Proteína (g)	12.3
Grasa (g)	4.3
Carbohidratos (g)	3.3
Calcio (mg)	96
Hierro (mg)	0.3
Vitamina A (I.U.)	173
Tiamina (mg)	0.03
Niacina (mg)	0.07
Riboflavina (mg)	0.24

Fuente: Emmons y Tuckey (1967).

Para su elaboración se utiliza leche fluida descremada, es decir con 0.5% de materia grasa o menos (Revilla, 1996). La calidad de esta leche influye en gran medida en las características del queso, una leche de pobre calidad microbiológica frecuentemente dará como resultado un queso con aromas indeseables y una vida útil demasiado corta. Otro factor que se debe evitar es la presencia de antibióticos en la leche, provenientes de tratamientos veterinarios en las vacas de ordeño, pues más tarde van a inhibir el crecimiento de los cultivos lácticos empleados retrasando la formación de la cuajada (Emmons y Tuckey, 1967).

Tanto en la granja como en la propia planta para la elaboración de quesos son muchos los equipos que entran en contacto con la leche (ordeñadoras, tuberías, depósitos de refrigeración, cisternas, etc.). Todos ellos deben mantenerse perfectamente limpios antes y después de su utilización. Para este menester se utilizan detergentes y desinfectantes, que pueden ir a la leche en pequeñas cantidades cuando no se

enjuaga bien el equipo o cuando se comete un error en la limpieza. El efecto de los detergentes y desinfectantes sobre la leche utilizada en la elaboración de quesos es parecido, en algún aspecto, al de los antibióticos. Se ha visto que dosis de 25 a 50 ppm de cloro activo tienen un efecto inhibitorio sobre las bacterias lácticas, lo que produce retraso en la acidificación del queso durante su procesamiento. Contra este problema se proponen dos soluciones: enjuagar siempre con agua fría y caliente los equipos y utensilios después de su limpieza y desinfección y diluir leche sospechosa de contener detergentes o desinfectantes con cantidades mayores de leche normal (Madrid, 1999).

Para Kosikowski (1982) el queso Cabaña es un tipo de producto precipitado por la formación de ácido láctico, en contraste con los quesos madurados como Cheddar o Suizo los cuales son elaborados mediante coagulación enzimática de la leche. Las enzimas son usadas en el queso Cabaña pero en pequeñas cantidades para que no influya grandemente en el proceso de coagulación ácida. El ácido láctico es producido en el queso mediante cultivos comerciales que contienen cepas benignas de *Lactococcus lactis ssp. lactis* y *Lactococcus lactis ssp. cremoris*. Bajo esas condiciones, la leche forma la cuajada a 32°C cuando suficiente ácido láctico se produce y baja el pH a menos de 4.6, el punto isoeléctrico de la caseína.

El cuajo puede acelerar ligeramente la tasa de coagulación ácida, si las condiciones son óptimas la cuajada estará lista para corte a las cinco horas, en el caso del método corto y para el método largo son necesarias de 12 a 14 horas (Kosikowski, 1982).

2.5 ACIDIFICACION DIRECTA

Considerables esfuerzos han sido hechos para acidificar directamente la leche descremada para la elaboración del queso Cabaña, para así formar la cuajada en menor tiempo. Se realizaron estudios donde se aplicó anhídridos ácidos como glucono delta lactona a la leche descremada; aunque los resultados fueron aceptables, el método era muy caro y el tiempo muy prolongado por la lenta hidrólisis de los anhídridos. Otros ácidos, como el fosfórico y clorhídrico, han llegado a ser muy populares para la elaboración del queso Cabaña juntamente con pequeñas dosis de cuajo y cloruro de calcio (Kosikowski, 1982).

Para Kosikowski (1982) el suero ácido en polvo está siendo usado muy frecuentemente para acidificación directa de la leche entera, para la manufactura de queso Ricotta, reemplazando al vinagre y los cultivos. Esto tiene sus ventajas obvias así como también la tiene el ácido láctico en polvo producido naturalmente por fermentación de leche, y ambos son utilizados sólo en pequeñas cantidades. El aroma y sabor del queso son excelentes y el rendimiento se incrementa significativamente. Otro derivado nuevo del suero y que tiene potencial como acidulante para alimentos es el producto concentrado de la ultrafiltración del suero del mismo queso Cabaña.

La acidificación ocurre manteniendo la leche a 4°C y a pH por debajo del punto isoeléctrico de la caseína. Recientemente, un proceso de acidificación directa fue desarrollado para el queso Cabaña donde la cuajada se mantiene ácida a bajas temperaturas, y es cortada a una temperatura menor a la del ambiente de proceso y cocinada posteriormente (Kosikowski, 1982).

En años recientes, los métodos por acidificación directa se han hecho populares porque a través de ellos se mejora el control del proceso y se aumenta el rendimiento. En 1981 un estudio realizado por

Geilman obtuvo 8.8% más cuajada de queso Cabaña por acidificación directa, comparado contra el queso elaborado con leche que fue acidificada por medio de cultivo láctico. Otros estudios realizados en 1978 por Satterness, reportaron que no existen diferencias significativas en rendimiento entre el queso elaborado por método convencional y el queso elaborado por acidificación directa (Ustunol, 1988).

Las bacterias acidificadoras del cultivo láctico ejecutan funciones mucho más críticas, en la manufactura de quesos, que simplemente producir ácido láctico. Por ejemplo, la adición de cultivo láctico a la leche descremada directamente acidificada produce una cuajada con un cuerpo más firme, asociado con un queso de buena calidad, y mejora la capacidad de retener humedad, muy posiblemente por la actividad de las proteasas (Kosikowski, 1982).

2.6 ACIDULANTES

Los acidulantes son ácidos, de naturaleza mayormente orgánica. Algunos de los ácidos más comúnmente usados son: acético, adípico, cítrico, fumárico, fosfórico, málico y tartárico. Otra sustancia como la glucono delta lactona no es un ácido, pero sí se considera acidulante porque rinde un ácido cuando se hidroliza (Dziezak, 1990).

Para Dziezak (1990) muchas de las aplicaciones de los acidulantes ya sean como: acentuadores de sabor, preservantes, amortiguadores del pH, acidificantes, etc. son aprovechadas ampliamente en la repostería, elaboración de bebidas (carbonatadas y no carbonatadas), postres y gelatinas, procesamiento de frutas y verduras, procesamiento de carnes y procesamiento de productos lácteos.

El ácido cítrico es el que se utiliza más ampliamente en la tecnología de alimentos y en la actualidad es considerado un acidulante estándar para evaluar el efecto de otros acidulantes en los alimentos. En la naturaleza puede ser encontrado en plantas y animales; es muy empleado por su alta solubilidad en agua, como acentuador de sabor, acidificante y por ser un buen antioxidante. El ácido fosfórico es un ácido más potente, es inorgánico y también es ampliamente empleado en la industria alimenticia. Es altamente soluble en agua tibia o caliente y es de presentación líquida. Funciona como un buen acidificante, amortiguador para el control del pH, y muchas veces puede formar complejos con cationes metálicos (Dziezak, 1990).

Los acidulantes juegan un papel importante en la actualidad en la manufactura de productos lácteos, son empleados como preservantes, acentuadores de sabor en productos fermentados, y como agentes coagulantes para la manufactura de quesos. Por ejemplo, el ácido adípico puede mejorar el fundido y algunas características de textura en el queso procesado; el ácido cítrico y citrato de sodio son también usados para emulsificar, acentuar sabor, y mejorar textura.

El empleo de ácido fosfórico, cítrico y glucono delta lactona es permitido para la producción de queso Cabaña, se produce una coagulación ácida a temperaturas altas y sin agitación (Dziezak, 1990).

2.7 BUENAS PRACTICAS DE MANUFACTURA

Son las prácticas que aseguran que los alimentos han sido procesados, preparados, empacados y mantenidos en condiciones sanitarias, sin contaminación de ningún tipo y sin riesgo de que sean dañinos

para la salud. También aseguran que los alimentos no han sido adulterados y que son aptos para consumo humano (Teuben, 2000).

Para Teuben (2000) las Buenas Prácticas de Manufactura son un requisito para poder aspirar a sistemas de garantía de calidad como son: ARPCC (Análisis de riesgos y puntos críticos de control, HACCP en inglés) e ISO 9000.

No controlan procesos, más bien incluyen el diagnóstico sanitario del personal, edificios, instalaciones, equipo y utensilios. También verifican las buenas condiciones de almacenamiento, distribución, estándares, sistemas de control y sanitización, etc.

2.8 PROCESO TECNOLÓGICO PARA LA ELABORACION DEL QUESO CABAÑA

La siguiente descripción del proceso tecnológico es para la elaboración de queso Cabaña por medio del método largo convencional:

2.8.1 Recepción de la leche

La leche recién ordeñada se encuentra a una temperatura de 37°C y resulta un caldo de cultivo excelente para todo tipo de bacterias, por lo que debe ser enfriada inmediatamente a 2-6°C. La leche de los diferentes ordeños se conserva a esas bajas temperaturas en depósitos frigoríficos de acero inoxidable hasta la llegada del tanque cisterna, o hasta que sea transportada a la planta de procesamiento donde será destinada para la elaboración del queso. La leche es descargada y almacenada en un depósito de espera volviendo a ser enfriada si así es necesario, antes de su almacenamiento y de su conversión en queso (Madrid, 1999).

La acidez titulable de la leche debe fluctuar entre 0.14 y 0.17 % para ser aceptada como una leche de calidad y así ser destinada a la elaboración del queso.

2.8.2 Estandarización y pasteurización de la leche

La leche aceptada en el recibo es descremada a 0.5% de grasa o menos e inmediatamente después se procede a la pasteurización a 75°C durante 15 a 20 segundos, que asegura la destrucción de bacterias patógenas. Algunas bacterias formadoras de esporas como, las del género *Clostridium*, son capaces de aguantar temperaturas usuales de pasteurización causando problemas en la elaboración de quesos, ya que desprenden ácido butírico e hidrógeno en su metabolismo. El ácido butírico da malos olores al queso y la formación de hidrógeno destruye su estructura, por lo cual muchas veces la temperatura debe ser incrementada o el tiempo de pasteurización prolongado (Madrid, 1999).

La pasteurización aumenta ligeramente el rendimiento de la leche en quesos, sobre todo si se efectúa a 80°C o más, porque la lactoalbúmina y la lactoglobulina se coagulan y quedan retenidas en la cuajada formada por la caseína, el rendimiento puede incrementarse hasta un 5% con relación al nitrógeno total (Revilla, 1996).

2.8.3 Formación de la cuajada

La adición de cloruro de calcio (en menos de 0.02%) es necesaria para conseguir una acción efectiva del cuajo, pero principalmente para asegurar una buena consistencia en la cuajada y también para compensar las pérdidas de calcio durante el desuerado. Aunque la cuajada del queso Cabaña es obtenida por coagulación ácida (por ácido láctico) se requiere la adición de cuajo en pequeñas cantidades, que deben ser exactamente medidas antes de añadirles a la leche para evitar defectos como un cuerpo elástico en la cuajada (Kosikowski, 1982).

La cantidad de cultivo láctico necesario es de 0.5% y para que las bacterias tengan una buena actividad y formen ácido láctico más efectivamente, la temperatura de la leche es un factor crítico que merece ser controlado. La temperatura ideal de inoculación para esa cantidad de cultivo es de 23°C.

El cuajo es un extracto del estómago de terneros, cuyo principio activo es una enzima llamada renina (Madrid, 1999). A la leche inoculada se le añade 0.4 ml de cuajo de doble potencia diluido 40 veces su volumen en agua destilada. Esta cantidad es necesaria para 100 litros de leche descremada.

Según Madrid (1999) la coagulación de la leche es el momento clave en la elaboración del queso. Durante esta fase se produce la formación de un coágulo de caseína como consecuencia de la adición del cuajo. La coagulación de la leche también se puede producir por la adición de ácidos hasta alcanzar el punto isoelectrónico de la caseína (pH=4.6-4.7).

Para la elaboración de queso Cabaña se utiliza cultivo láctico, que forma ácido láctico a partir de lactosa, por lo tanto estamos hablando de una coagulación de tipo ácida, a diferencia de la enzimática, que es por adición de enzimas (cuajo). La cantidad de cuajo que se añade a la leche descremada para la elaboración de queso Cabaña es mínima y es más que todo para acelerar el tiempo de formación de cuajada, por lo tanto no se debe confundir la coagulación de este queso con una coagulación de tipo enzimática.

2.8.3.1 Coagulación ácida. 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 Revilla (1996) la coagulación ácida, generalmente es obtenida por fermentación de la lactosa, 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 caseína hasta dejarlo en forma de caseína pura, con formación secundaria de lactato de calcio soluble o sales de calcio con los otros ácidos.

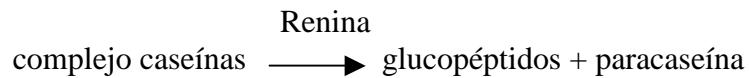
La precipitación de la caseína normalmente ocurre a 4.6 de pH y a 21°C, y forma una cuajada desmenuzable y sin cohesión; estas características son muy deseables en la producción de queso Cabaña (Revilla, 1996).

Para Keating y Rodriguez (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. En este tipo de coagulación hay más pérdida de calcio, por lo tanto es siempre recomendable añadir sales ricas en calcio (como el cloruro de calcio) a la leche antes de la elaboración del queso.

2.8.3.2 Coagulación enzimática. Este tipo de coagulación se divide en dos fases:

En la primera fase la enzima cataliza la siguiente reacción:



La cadena de aminoácidos de la caseína tiene 169 unidades, con un punto especialmente débil situado entre las unidades 105 (fenilalanina) y 106 (metionina) que es atacado por la renina del cuajo, descomponiendo los complejos de caseínas en dos partes: una insoluble (aminoácidos 1 al 105) que es la paracaseína que forma el coágulo y la otra soluble (aminoácidos 106 a 169) con carbohidratos que hacen soluble esta fracción, por lo que se va con el suero (Madrid, 1999).

En la segunda fase la paracaseína formada precipita en presencia de iones de calcio. Se van formando unos agregados moleculares cada vez mayores, que crecen incluyendo a los glóbulos de grasa. La adición de cloruro de calcio a la leche aumenta la presencia de iones de calcio, lo que beneficia al proceso de coagulación (Madrid, 1999).

La coagulación enzimática de la leche es la más generalizada en la producción de quesos. Las enzimas utilizadas pueden ser de origen animal o microbiológico; dentro de las de origen animal están la quimosina o renina, la pepsina y paraquimosina (Revilla, 1996).

2.8.4 Corte de la cuajada

La cuajada está lista para cortarse cuando la acidez del suero está entre 0.45 y 0.52, esto puede tardar de 12 a 16 horas y el pH de la cuajada es de 4.55 o 4.6. Estudios realizados por Tuckey encontraron que cuando el contenido de sólidos de la leche descremada está en un promedio de 8.7%, y el pH de la cuajada es 4.6, la acidez titulable del suero está en 0.45; y cuando el contenido de sólidos es de 9.5% a 4.6 de pH en la cuajada, la acidez titulable del suero está a 0.5. El aseguró que un pH de 4.6 es el más deseable y que un pH mayor (menos acidez titulable), las partículas de caseína no se mantienen separadas sino unidas, la cuajada resultante será una de textura hulosa. En cambio si el pH es más bajo de 4.6 (mayor acidez titulable), la cuajada se vuelve más soluble, pierde su propiedad cohesiva y se desmorona, el queso tendrá una textura sumamente suave y frágil (Ustunol, 1988).

En otras palabras el único método exacto para determinar el momento de corte es cuando la caseína está en su punto isoeléctrico, es decir a un pH de 4.6. A esta concentración de ácido, la caseína es mínimamente soluble y será precipitada completamente, los rendimientos serán mayores en este punto.

Para Wilster (1954) el tamaño de los cubitos de la cuajada es el que determina el tamaño de las liras de corte a usar. Para cubitos finos o queso Cabaña "Country Style" son usadas liras de 0.6 cm, para un queso Cabaña con cubitos más grandes se emplean liras de 1.2-1.5 cm. Las liras se introducen cuidadosamente en la cuajada, se corta primero con la lira horizontal solo a lo largo de la quesera, luego

se corta con la lira vertical tanto a lo largo como a lo ancho de la quesera; es mejor usar liras que quepan exactamente en la quesera. Luego del corte es necesario dejar reposar la cuajada recién cortada unos 15 minutos, mientras los cubitos de cuajada desueran.

2.8.5 Cocción de la cuajada

Según Wilster (1954), para proporcionar una mayor firmeza a los cubitos de cuajada y optimizar el desarrollo de la acidez, deben ser calentados hasta los 50°C. El tamaño de los cubitos de cuajada es el que determina el tiempo de cocción y la temperatura. Es mejor estandarizar la temperatura de cocción y variar el tiempo permitido para que la cuajada permanezca en el suero a esa temperatura.

El uso de palas de acero inoxidable es necesario para darle movimiento a los cubitos y así permitir que reciban el tratamiento térmico de la manera más uniforme posible. El uso de agitadores mecánicos es sin embargo el más empleado en la industria, el mezclado debe ser realizado con cuidado y de forma lenta y menos frecuente al principio, luego puede ser más rápido y frecuente cuando los cubitos ya estén firmes (Wilster, 1954).

Para Kosikowski (1982), cuando el cocimiento es acompañado de un olor desagradable y hay cubitos de cuajada flotantes indica la presencia de coliformes en grandes números. Esta contaminación es eliminada por medio de buenas prácticas de manufactura, elevando la temperatura de cocimiento a 52°C a un pH de 4.6. Si el problema persiste, una post-contaminación es muy probable durante el cremado. Es difícil trabajar con cubitos flotantes, dan un queso de textura sumamente frágil que se desmorona fácilmente reduciendo los rendimientos.

Para una mejor cocción se puede seguir un programa de cocimiento basado en tiempos y temperaturas: de 22 a 32°C subir un grado Celsius cada 5 minutos, de 32 a 40°C subir un grado Celsius cada 4 minutos y de 40 a 49°C subir un grado cada 2 minutos. En caso de aglomeración de los cubitos de la cuajada se debe agitar tan frecuentemente como sea necesario (Revilla, 1996).

El cocimiento generalmente requiere de 45 a 100 minutos, dependiendo del tamaño de los cubitos de cuajada y su textura; sin embargo es necesario muchas veces extender el tiempo.

2.8.6 Desuerado y lavado

La protección del producto de la contaminación durante el procesamiento y el rápido enfriamiento son objetivos esenciales en el procesamiento de alimentos, y la elaboración del queso Cabaña no es la excepción (Kosikowski, 1982).

Cuando la cuajada ha logrado la firmeza deseada se realiza el desuerado de la quesera, hasta que la cuajada quede ligeramente cubierta por un poco de suero; posterior a esta operación se añade agua a temperatura ambiente, en la suficiente cantidad para que reemplace al suero eliminado. Es necesario mezclar lentamente por aproximadamente 10 minutos, luego se empuja la cuajada a la parte trasera de la quesera para empezar a eliminar el suero diluido y añadir una segunda tanda de agua a 10°C. Luego de 10 minutos se drena y será necesaria una tercera tanda con agua fría a 4°C; en muchos casos esta tercera tanda es innecesaria, a menos que la acidez sea muy alta y se haya elevado aún más durante la cocción (Wilster, 1954).

Para Wilster (1954) si la sanidad del agua es cuestionable, es necesaria su pasteurización y enfriamiento, o la adición de cloro hasta llegar a una concentración de 3 a 5 ppm, es necesario también realizar análisis periódicos del agua empleada en la planta.

2.8.7 Cremado y salado

El pH inicial de la cuajada y la intensidad de cocción determina el poder de retención de crema por parte de la cuajada. Si la cuajada es cortada a un pH alto, cerca de 4.8, y su cocción es realizada a temperatura alta por un tiempo prolongado, la cuajada reduce su propiedad de retención de crema. Aquella cuajada que ha sido acondicionada bajo las condiciones correctas absorberá mejor la crema. Cuajadas cortadas a pH bajos (4.5) son suaves y muy frágiles, pero tienen mejor capacidad de absorber la crema que aquellas cortadas a mayor pH (Kosikowski, 1982).

El queso Cabaña comúnmente comercializado contiene de 4 a 4.5% de materia grasa, la cuajada ya drenada y seca tiene pequeñas cantidades de grasa. Esto varía de acuerdo al contenido de grasa que tenía la leche descremada y el cultivo láctico empleados para su elaboración. La cantidad de crema añadida también varía por el contenido de grasa de ésta (Wilster, 1954).

Se puede aplicar el método del Cuadrado de Pearson para calcular la cantidad de crema (con cierto porcentaje de grasa) que debe ser añadida a la cuajada, para obtener un producto con un porcentaje de grasa final deseado (Wilster, 1954).

Para Revilla (1996) es necesario agregar crema o mezclas especiales para subir el contenido graso del queso al nivel deseado, que por lo general es 4%. La sal se añade en base al rendimiento de cuajada y este valor es de 1 a 1.5 kg por 100 kg de cuajada obtenida.

2.8.8 Rendimiento del queso Cabaña

Aproximadamente 15 kg de cuajada son obtenidos por 100 kg de leche fluída descremada. El rendimiento total estará determinado por la cantidad de crema y sal añadidas y por el tipo de queso Cabaña deseado (Kosikowski, 1982).

El rendimiento está marcadamente influenciado por la concentración y condición de la caseína en los sólidos totales de la leche y por el método de precipitación. Una leche descremada con un total de 9.5% de sólidos tendrá mejores rendimientos que una con 9.0%. La fragilidad de la cuajada antes del corte y una subsecuente agitación excesiva reduce los rendimientos de queso y produce un queso de menor calidad (Kosikowski, 1982).

Según Wilster (1954), el rendimiento del queso Cabaña varía de acuerdo al contenido de sólidos de la leche descremada, la cantidad de agua contenida en la cuajada y la pérdida de esta humedad por procesos mecánicos durante la manipulación de la misma. Un rendimiento de 14 a 16% es satisfactorio.

En muchas plantas, donde se elabora este queso, ponen énfasis en la cantidad de sólidos totales; pero en realidad es el contenido de caseína en la leche descremada el factor primordial que va a afectar el

rendimiento final del producto. Es decir una leche con menos proteína dará menores rendimientos (Emmons y Tuckey, 1967).

2.9 PRINCIPALES DEFECTOS DEL QUESO CABAÑA Y SUS CAUSAS

La vida útil del queso Cabaña es el período durante el cual el queso no sufre un deterioro marcado en calidad, incluyendo frescura, a una temperatura de almacenamiento de aproximadamente 7°C. La vida de anaquel es más o menos de 12 días a 7°C, pero donde el control de calidad es riguroso ésta puede alcanzar 21 días. Bajo condiciones experimentales cuidadosamente controladas, el queso Cabaña pudo ser mantenido en óptimas condiciones por 60 días (Kosikowski, 1982).

Para Kosikowski (1982) los defectos generales aumentan por contaminación de microorganismos, que sobreviven al tratamiento térmico que se aplica a la cuajada del queso Cabaña mientras permanece en la quesera. Las contaminaciones más críticas son por coliformes, levaduras, mohos y bacterias psicrófilas. Estos microorganismos pueden estar presentes dentro de rangos aceptables, como se muestra en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Rangos aceptables para microorganismos en queso Cabaña fresco.

Microorganismos	Número/g
Coliformes	0-10
Mohos y levaduras	0-10
Bacterias psicrófilas	0-100

Fuente: Kosikowski (1982).

Los defectos más comunes a nivel comercial que se presentan en el queso Cabaña son detallados en el Cuadro 3.

Para Emmons y Tuckey (1967) la descripción de un queso Cabaña ideal según la ADSA (“American Dairy Science Association”) y publicada en el “Journal of Dairy Science”, se da a continuación:

- El cuerpo del queso Cabaña debe ser uniforme, suave y consistente.
- El aroma y sabor debe ser similar a la leche descremada fresca o crema (sí la cuajada es cremada).
- Debe tener un sabor ligeramente ácido y un salado suave con el delicado aroma de un buen cultivo láctico.
- Los cubitos de cuajada deben ser de tamaño discreto, uniforme y de color blanco.

- Debe tener una capa uniforme de crema alrededor de cada cubito y con un mínimo de crema libre, si hay algún exceso de crema debe ser consistente (no aguada o con apariencia de suero).

Los defectos de carácter estrictamente físicos son generalmente prevenidos por medio del cortado de la cuajada al pH óptimo (entre 4.6 y 4.7) un buen calentamiento, lento y uniforme de los cubitos de cuajada hasta alcanzar los picos de temperatura requeridos y por último, una aplicación adecuada de agua limpia y libre de patógenos durante el lavado (Emmons y Tuckey, 1967).

Cuadro 3. Defectos más comunes y sus causas, en el queso Cabaña.

Cuajada hulosa o dura
• Corte de la cuajada antes de la acidez recomendada.
• Empleo excesivo de cuajo.
• Cocción de la cuajada a temperatura muy alta o por tiempo muy prolongado.
Cuajada muy suave y pastosa
• Permitir excesivo desarrollo de acidez.
• Cocción de la cuajada a temperatura baja o por tiempo muy corto.
• Uso de crema muy baja en grasa para el cremado.
• Desuerado incompleto de la cuajada.
Cuajada dura y seca
• Corte desuniforme que produce partículas muy finas.
• Muy poca crema añadida durante el cremado.
Sabor y aromas ácidos en queso recién elaborado
• Equipo desinfectado inapropiadamente.
• Pobre calidad de la leche y del cultivo láctico.
• Lavado insuficiente.
Sabor insípido
• Cultivo láctico viejo o inactivo.
• Insuficiente desarrollo de acidez previo al corte.
• Muy baja temperatura de inoculación del cultivo láctico.
Desuerado en el producto final
• Desuerado inapropiado de la cuajada durante el proceso.
• Exposición del producto terminado a temperatura ambiente.
• Excesiva humedad y acidez de la cuajada.
Sabor a óxido
• Uso de leche con sabor a óxido.
• Uso de equipo que tiene superficies expuestas de cobre.
• Uso de crema vieja o con principios de rancidez.
• Exposición de la cuajada a los rayos del sol.

Tomado de: Wilster (1954), adaptado por el autor.

3. MATERIALES Y METODOS

3.1 UBICACION

El proyecto especial se llevó a cabo en la planta de procesamiento de productos lácteos de Zamorano, localizada en el Departamento de Francisco Morazán, 30 km al este de Tegucigalpa, Honduras.

3.2 MATERIALES Y EQUIPO

Los materiales utilizados fueron los siguientes:

- Leche descremada fresca de vaca con 0.5% de grasa.
- Solución de ácido cítrico (50 gramos de cristales de ácido en 50 ml de agua destilada).
- Solución de ácido fosfórico a 60 ppm.
- Agua destilada.
- Cultivo láctico activo (*Lactococcus lactis ssp. lactis* y *Lactococcus lactis ssp. cremoris*).
- Cuajo líquido Hansen[®] de doble potencia.
- Cloruro de calcio (CaCl₂).
- Agua a temperatura ambiente.
- Agua fría a 4°C.
- Crema ácida Zamorano (25% de materia grasa).
- Sal refinada marca Morton TFC[®].
- Desinfectante del ambiente biodegradable Bioclean marca Avimex[®].

Los equipos utilizados fueron los siguientes:

- Quesera con tapa de 200 litros de capacidad marca Kusel[®].
- Quesera de 700 litros de capacidad marca Kusel[®].
- Pasteurizador de intercambio de calor por placas marca APV Crepaco[®].
- Marmita de 40 litros de capacidad marca Cleveland Rang Co[®].
- Probetas graduadas.
- Hornilla de laboratorio.
- Beaker metálico de 2 litros.
- Balanza de laboratorio.
- Termómetro de bolsillo
- Cronómetro.
- Potenciómetro con electrodo para semi-sólidos marca Extech[®].
- Material de laboratorio necesario para medir acidez titulable.

- Liras: vertical (1.5 cm de separación) y horizontal (1.2 cm de separación).
- Pala de acero inoxidable.
- Bomba de atomizadora de 4 litros marca FogMaster®.
- Cubierta de tela (para quesera de 700 litros) con lazos sujetadores.
- Tubos de PVC de 5 cm.
- Codos para tubos de PVC de 5 cm.

3.3 METODOLOGIA DESARROLLADA EN EL PROYECTO

La metodología del proyecto especial se basó en los siguientes puntos:

- Elaboración del queso Cabaña por un método instantáneo, vía acidificación directa (tandas de 50 y 100 litros de leche descremada).
 - Estudio del efecto del acidulante.
 - Análisis químico del producto terminado (elaborado por acidificación directa).
 - Análisis químico del queso Cabaña elaborado con leche fluida fresca descremada por el método largo convencional.
 - Análisis económico comparativo entre los dos métodos.
- Aplicación de un nivel más riguroso de buenas prácticas de manufactura (BPM) y mayor control en los puntos de proceso para el método largo convencional.
 - Análisis microbiológico del ambiente de la planta en el área de quesos.
 - Prueba de coliformes del agua potable de la planta.
 - Análisis microbiológico del producto final obtenido por el método convencional (para dos niveles de buenas prácticas de manufactura).
 - Control de parámetros en puntos específicos del proceso.
- Diseño de una división para crear un área con ambiente controlado para la sección de quesos de la planta.

3.3.1 Elaboración del queso Cabaña por un método instantáneo vía acidificación directa

El proceso de elaboración del queso Cabaña vía acidificación directa siguió los siguientes pasos:

a) Llenado de la quesera. Se empieza a llenar la quesera con la leche pasteurizada fresca descremada con 0.5% de grasa, a una temperatura de 4°C. A medida que los primeros chorros de leche entran en la quesera se agrega 0.5% de cultivo láctico, una vez llena se agrega 0.02% de cloruro de calcio.

b) Adición del acidulante. Se mantiene la leche a 4°C y se agrega la solución de ácido cítrico también a 4°C a razón de 480 ml por cada 100 litros de leche, agitando suavemente para permitir una buena distribución. Posteriormente medir el pH, el cual debe ser 5.0.

c) Coagulación. Calentar la leche hasta 27°C y agregar el cuajo de doble potencia a razón de 0.25 ml por 100 litros de leche; se debe diluir esta cantidad de cuajo en 40 veces su volumen con agua antes de agregarlo.

d) Corte de la cuajada. Se procede al cortado cuando la cuajada llega a un pH de 4.6, o cuando la acidez titulable del suero fluctúa entre 0.45 y 0.52; cortar la cuajada en cubos con las liras y dejar reposar durante 15 a 30 minutos.

e) Cocción de la cuajada. Agregar agua a temperatura ambiente hasta subir 5 cm sobre el nivel del suero. Agitar y calentar la cuajada en forma muy lenta hasta 49-51°C, pero de manera que suba un grado cada 5 minutos de 22 a 32°C, un grado cada 4 minutos de 32 a 40°C y un grado cada 2 minutos de 40°C hasta la temperatura final. Mover con la pala cuidadosamente cada 10 minutos o mientras sea necesario. Mantener la temperatura hasta que la cuajada obtenga la consistencia deseada (aproximadamente 100 minutos). Si es necesario se puede extender el tiempo.

f) Lavado y drenado. Eliminar el suero hasta que la cuajada quede escasamente cubierta, agregar agua potable en la misma cantidad que el suero removido y agitar aproximadamente 10 minutos hasta que la temperatura baje a 30°C. Eliminar nuevamente el agua hasta el mismo nivel que la primera vez, agregar agua fría en la misma cantidad que la eliminada anteriormente y bajar la temperatura hasta 15°C. Repetir la misma operación una vez más hasta llegar a una temperatura de 4-6°C o menos, eliminar toda el agua y dejar la cuajada escurriendo por 30 minutos (sin que la temperatura de la misma pase los 7°C) y con la quesera cubierta.

g) Salado y cremado. Añadir crema ácida hasta llegar a un nivel graso de 4% (aproximadamente 2 kg por cada 100 kg de leche usada) y sal refinada a razón de 1% (en base a la cuajada). Se pueden agregar estabilizantes o gomas que mejoren las características del producto final en este paso. La mezcla se realizará en la misma quesera empleando palas de acero inoxidable y con bastante cuidado.

h) Envasado. Inmediatamente luego del cremado se envasa en vasos muy bien desinfectados y se debe almacenar a 4°C, hasta que sea comercializado.

3.3.1.1 Acidulante. El acidulante empleado en las primeras tandas fue la solución de ácido cítrico, sin embargo fue reemplazado por ácido fosfórico por razones que son explicadas más adelante. La solución de ácido cítrico también fue aplicada a razón de 300 ml por 100 litros de leche descremada.

3.3.1.2 Análisis químicos. Todos los análisis fueron realizados en el Centro de Evaluación de Alimentos de Zamorano. Fueron analizados los quesos elaborados tanto por el método instantáneo como por el método largo convencional.

Los análisis efectuados fueron los siguientes (AOAC, 1990):

- Humedad mediante deshidratación a 105°C.
- Proteína cruda obtenida por el método de Kjeldahl (N*6.38).
- Grasa mediante el método de Babcock.
- Ceniza obtenida mediante incineración a 580°C.

3.3.1.3 Análisis económico comparativo. El análisis se basó en comparar los costos totales, retorno al capital y al riesgo, rentabilidad sobre los costos y rentabilidad sobre las ventas. Todos estos parámetros se compararon tanto para el método que se buscó desarrollar e implementar (vía acidificación directa) como para el método largo convencional empleado actualmente por la planta de lácteos.

Se empleó un modelo desarrollado en el programa de hojas de cálculo Excel[®], todos los costos indirectos fueron repartidos en base a las horas empleadas por libra de producto final producido y las utilidades calculadas en base al precio de transferencia de la planta de lácteos al puesto de ventas de Zamorano.

3.3.2 Aplicación de un nivel más riguroso de BPM y mayor control de parámetros en puntos específicos del proceso para el método largo

3.3.2.1 Análisis microbiológico del ambiente del área de quesos en la planta. El análisis fue realizado en el área de quesos de la planta, más específicamente sobre cada una de las tres queseras existentes, la prueba fue para detectar bacterias así como también para hongos.

Para la prueba de bacterias se utilizó el método de sedimentación, se emplearon platos petri con medio PCA (“Plate Count Agar”), las mismas eran expuestas al aire durante 30 minutos, luego tapadas e incubadas a $35^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ por 48 horas, con los platos invertidos (todo el procedimiento de preparación de medio y de incubación se realizó en el laboratorio de la planta de procesamiento de productos lácteos). Para la interpretación de los resultados se hace un recuento de las colonias formadas por plato y en base a una tabla (Cuadro 4) se evalúa el grado de contaminación.

Para la evaluación de hongos se empleó el mismo método de sedimentación pero los platos petri sólo eran expuestos por 15 minutos para así poder calcular la incidencia de esporas o colonias por minuto. Se empleó, a diferencia del análisis anterior, platos petri con medio PDA (“Potato Dextrose Agar”) acidificado con solución de ácido tartárico al 10%, para que sea selectivo al crecimiento de hongos. Los platos se incubaron durante 5 días a temperatura ambiente (en posición invertida).

Cuadro 4. Calificación de los platos de sedimentación para medio PCA.

Número de colonias	Codificación	Calificación del ambiente
0-3	0	Bueno
3-9	1	Suficiente
10-29	2	Insuficiente
30-90	3	Malo
>90	4	Muy malo

Tomado de: Teuben (2000), adaptado por el autor.

3.3.2.2 Prueba de coliformes del agua potable de la planta. El cómputo de microorganismos indicadores se realiza para detectar condiciones sanitarias inadecuadas en la producción, procesamiento, almacenamiento, preparación de alimentos y materias primas y para detectar la posible presencia de microorganismos patógenos. Es casi imposible analizar separadamente la presencia de los diferentes patógenos y por eso se usa microorganismos indicadores. Se han considerado varios microorganismos como indicadores, pero los coliformes (Gram-negativos) han sido usados más frecuentemente (Teuben, 2000).

Para analizar la presencia de coliformes en el agua potable de la planta de procesamiento de productos lácteos de Zamorano, se empleó el método de siembra en placa con medio VRBA (“Violet Red Bile Agar”), donde el factor selectivo es la combinación de bilis y cristal violeta que inhiben el crecimiento de Gram-positivos.

Las placas se incubaron durante 24 horas a 32°C, con dos repeticiones y una placa de control del medio empleado, las colonias contabilizadas en el medio como coliformes tienen un color rojo oscuro.

3.3.2.3 Análisis microbiológico del producto final obtenido por el método convencional para dos niveles de buenas prácticas de manufactura (BPM). Los análisis microbiológicos fueron realizados en el Centro de Evaluación de Alimentos de Zamorano, sección de microbiología. Los análisis aplicados al producto fueron específicos para bacterias (conteo total), coliformes, mohos y levaduras.

Para el análisis de bacterias (conteo total) se empleó medio de cultivo PCA y sistema de siembra “pour plate”, se realizaron tres diluciones: 10^{-1} , 10^{-2} y 10^{-3} . Una vez sembrados todos los platos petri (dos repeticiones por dilución) fueron incubados a $35^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ por 48 horas (con los platos en posición invertida).

Para el análisis de coliformes fue necesario el uso de un medio selectivo para estos microorganismos indicadores, se utilizó el medio VRBA (dos capas del mismo para provocar un ambiente anaeróbico dentro del plato petri), con sistema de siembra “pour plate”. Los platos sembrados fueron incubados durante 24 horas en posición invertida a 32°C, las diluciones necesarias fueron las mismas realizadas en el conteo total.

La presencia de hongos y levaduras en el producto final fue analizada en medio PDA, acidificado con ácido tartárico al 10%, con el mismo sistema de siembra y diluciones, pero se incubó a temperatura ambiente durante 5 días (con los platos petri en posición invertida).

Los análisis realizados se dividieron para dos niveles de buenas prácticas de manufactura, uno más exigente y riguroso (Nivel 2 de BPM) que el actual empleado (Nivel 1 de BPM). En el Cuadro 5 se explica con detalle las prácticas para los dos niveles.

Cuadro 5. Descripción de los niveles de BPM usados para el método largo convencional.

NIVEL BPM	DESCRIPCION
1	<ul style="list-style-type: none"> • BPM estándares para la elaboración de cualquier producto alimenticio. • Cubrir la quesera con una cubierta de papel durante la formación de la cuajada.
2	<ul style="list-style-type: none"> • BPM estándares para la elaboración de cualquier producto alimenticio. • Desinfecciones ambientales con Bioclean diluido en 5:1000 por 5 minutos: <ul style="list-style-type: none"> • Antes de llenar la quesera con leche. • Antes del corte de la cuajada. • Durante el envasado del producto terminado. • Cubrir la quesera con una cubierta de tela con la ayuda de un armazón de PVC durante la formación de la cuajada.

Los análisis se realizaron al primer día de elaborado el producto, a los 15 días y a los 30 días (vida útil comercial para el queso Cabaña elaborado en la planta de lácteos de Zamorano).

3.3.2.4 Control de parámetros en puntos específicos del proceso.

La combinación tiempo-temperatura determinará los principales parámetros o puntos del proceso en los que el control debe ser riguroso para llegar a obtener un producto de calidad uniforme y aceptado en el mercado.

La calidad del queso Cabaña elaborado actualmente en Zamorano es sumamente variable debido a un pobre control de la combinación tiempo-temperatura en puntos importantes del proceso.

Para el método largo convencional se ejerció control en puntos del proceso con un objetivo: mejorar la textura y apariencia del queso Cabaña.

Los principales puntos en que se ejerció control fueron: temperatura de inoculación del cultivo, cantidad de cuajo añadido por 100 litros de leche descremada, acidez titulable de suero previa al corte de la cuajada, pH de la cuajada, temperatura inicial y final de cocción de la cuajada y el tiempo que se demoró en llegar a la misma.

Para tener mejor control de los puntos mencionados se propone una hoja de verificación de los parámetros controlados (Cuadro 6), la cual debería ser llenada durante el proceso para verificar que estos parámetros están siendo cumplidos o para evaluar posibles alteraciones en la textura esperada del queso.

Cuadro 6. Hoja de verificación de parámetros medidos en puntos de proceso del queso Cabaña

VERIFICACION DE PARAMETROS EN PUNTOS DE CONTROL PARA LA ELABORACION DE QUESO CABAÑA	
Encargado:	Fecha:
Litros totales de leche:	Hora inicio:
Desinfectante ambiental (ml/bomba):	Tiempo de desinfección:
INOCULACION	
Cantidad de cultivo:	Temperatura de inoculación:
Cantidad de cuajo:	Hora inoculación:
CORTE DE LA CUAJADA	
Desinfectante ambiental (ml/bomba):	Tiempo de desinfección:
Acidez titulable del suero:	Temperatura de la cuajada:
pH de la cuajada:	Hora del corte:
COCCION DE LA CUAJADA	
Temperatura de inicio:	Hora de inicio:
Temperatura final:	Hora final:
ENVASADO	
Desinfectante ambiental (ml/bomba):	Tiempo de desinfección:
OBSERVACIONES:	

3.3.3 Diseño de una división para crear un área con ambiente controlado para la sección de quesos de la planta.

Se diseñó un cuarto dentro del edificio de la planta de lácteos, donde se podrá controlar la temperatura del ambiente para el área de quesos y a la vez tener el área aislada del resto de la planta, del área de desecho y limpieza de quesos, para resguardar el ambiente interno de esta área de la contaminación proveniente del ambiente circundante.

El plano arquitectónico fue digitalizado en el programa Autocad® y se mantuvo sin modificaciones el edificio, sólo se adaptó una estructura sencilla que sea de fácil limpieza y provea todas las características que se buscan en un área aislada.

4. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1 PROCESO TECNOLOGICO VIA ACIDIFICACION DIRECTA

Luego de realizar varias tandas y empleando el método de prueba y error se determinó el siguiente proceso, para la elaboración de queso cabaña con un tiempo de coagulación menor al del método convencional, utilizado en la planta de lácteos de Zamorano. El método modificado se describe a continuación:

a) Llenado de la quesera

Se empieza a llenar la quesera con la leche pasteurizada fresca descremada con 0.5% de grasa, a una temperatura de 4°C. Una vez llena se agrega 0.02% de cloruro de calcio.

b) Adición del acidulante

Se mantiene la leche a 4°C y se agrega la solución de ácido fosfórico a 60 ppm también a 4°C a razón de 300 ml por cada 100 litros de leche, agitando suavemente para permitir una buena distribución. Posteriormente medir el pH, el cual debe ser 5.5.

c) Coagulación

Calentar la leche hasta 32°C y agregar 5% (en base a la leche) de cultivo láctico, inmediatamente después se añade el cuajo de doble potencia a razón de 0.4 ml por 100 litros de leche; se debe diluir esta cantidad de cuajo en 40 veces su volumen con agua antes de agregarlo. Es importante mantener esa temperatura constante para que exista un buen desarrollo del cultivo y esto se logra circulando agua a esa temperatura por la camisa de la quesera, durante el tiempo que sea necesario hasta el momento de corte de la cuajada formada. Con la acidificación directa el tiempo desde inicio hasta coagulación varía entre tres y cuatro horas.

d) Corte de la cuajada

Se procede al corte cuando la cuajada llega a un pH de 4.6, o cuando la acidez titulable del suero está entre 0.50 y 0.52; cortar la cuajada en cubos con las liras y dejar reposar durante 15 a 20 minutos.

e) Cocción de la cuajada

Agregar agua a temperatura ambiente hasta subir 5 cm sobre el nivel del suero. Agitar y calentar la cuajada en forma muy lenta hasta 49-51°C, pero de manera que suba un grado cada 5 minutos de 22 a 32°C, un grado cada 4 minutos de 32 a 40°C y un grado cada 2 minutos de 40°C hasta la temperatura final. Mover con la pala cuidadosamente cada 10 minutos o mientras sea necesario. Mantener la temperatura hasta que la cuajada obtenga la consistencia deseada (aproximadamente 100 minutos). Si es necesario se puede extender el tiempo.

f) Lavado y drenado

Eliminar el suero hasta que la cuajada quede escasamente cubierta, agregar agua potable a temperatura ambiente en la misma cantidad que el suero removido y agitar aproximadamente 10 minutos hasta que la temperatura baje a 30°C. Eliminar nuevamente el agua hasta el mismo nivel que la primera vez, agregar agua fría (4°C) en la misma cantidad que la eliminada anteriormente y bajar la temperatura hasta 15°C. Repetir la misma operación una vez más hasta llegar a una temperatura de 4-6°C, eliminar toda el agua y dejar la cuajada escurriendo por 30 minutos (sin que la temperatura de la misma pase los 7°C) con la quesera cubierta.

g) Salado y cremado

Añadir crema ácida hasta llegar a un nivel graso de 4% (aproximadamente 2 kg por cada 100 kg de leche usada) y sal refinada a razón de 1% (en base a la cuajada). La mezcla se debe realizar en la misma quesera empleando palas de acero inoxidable y con bastante cuidado.

h) Envasado

Inmediatamente luego del cremado se envasa y se debe almacenar a 4°C, hasta que sea comercializado.

4.1.1 Efecto del acidulante

El producto obtenido por el presente método mostró mejores características, como una textura de cuajada más consistente y de mayor tamaño, no tuvo inconvenientes en absorber la crema, todo el conjunto presentó una apariencia agradable y propia de un buen queso Cabaña. Sin embargo, se observó una coloración no del todo blanca sino más amarillenta, sin que sea la crema ácida el factor decisivo porque fue añadida en la misma proporción que para el método largo convencional.

El producto obtenido no varió en sabor en comparación con el método largo, sin embargo no se realizaron análisis sensoriales con un panel previamente establecido, para asegurar dicha aseveración. Sólo en dos tandas de 50 litros de leche descremada y con solución de ácido fosfórico se logró obtener un producto aceptable, esto se debe a que no se contaba con parámetros que facilitarían el desarrollo del proceso, sobretodo para este queso con coagulación de tipo ácida. Otros factores relevantes fueron el ambiente del área de quesos, no cuenta con un sistema de control de temperatura y esto es vital para el desarrollo de una buena cuajada.

El rendimiento de cuajada sin crema fue de 14.5%, a pesar de las buenas características del producto final obtenido en un tiempo mucho menor (promedio de 7 horas), el mismo no mantuvo su estructura ni buenas características debido a una proteólisis de la caseína presente en la cuajada. La textura consistente de la cuajada y de coloración blanca opaca cambió drásticamente en el producto final a una cuajada gelatinosa y translúcida, donde se podía observar claramente los cubitos de cuajada translúcidos en medio de una “red” de crema (la crema no presentó cambio alguno).

La degradación del producto final fue mayor en el queso coagulado con ácido cítrico (en 24 horas el cambio era total), bajo esas circunstancias se cambió de acidulante. La degradación también se presentó en el queso elaborado con ácido fosfórico, pero la misma fue menos violenta (el producto pudo mantener sus características por 5 días).

En la literatura se encontró que tales defectos son producto de una degradación proteolítica (cuajada gelatinosa y translúcida, que podía ser cortada como un postre congelado), que pueden ser causados por un pH no lo suficientemente bajo en la cuajada, muchas veces asociado con alguna contaminación microbiana (Emmons y Tuckey, 1967).

Existe la hipótesis que la causa fue una proteólisis ácida, tal alteración es producto de la actividad microbiana; primero la cuajada se retrae y elimina suero, sigue a este fenómeno la digestión lenta de la cuajada, que pasa de opaca a translúcida. Este tipo de proteólisis se asocia al género *Micrococcus* (Frazier y Westhoff, 1991). A pesar de los defectos muy similares, la hipótesis anterior es muy poco probable que sea cierta pues las tandas fueron elaboradas bajo el régimen de buenas prácticas de manufactura y además la cuajada sí se tornó translúcida pero no expulsó el suero.

Otra causa puede ser el proceso que se realizó al momento de la adición del acidulante a la leche, fue añadido a 4°C y calentado bajo agitación hasta 32°C (temperatura adecuada para añadir el cultivo láctico). Para que el acidulante actúe adecuadamente se debería haber calentado la leche hasta los 48-50°C (a esa temperatura el ácido deja de ser activo) sin agitación y añadir tal cantidad de ácido para que la leche alcance un pH igual al de coagulación (Dziezak, 1990).

4.1.2 Análisis químicos

El método largo convencional produce un queso con contenido de humedad mayor (87%) que el método instantáneo; este contenido de humedad es el responsable del mayor rendimiento de este método sobre el instantáneo (77.28% de humedad).

El contenido de materia grasa es mayor para el método instantáneo, se debe principalmente a que éste tuvo menor rendimiento en cuajada, sin embargo la crema ácida es añadida en base a la cantidad de leche descremada inicial, aumentando así su porcentaje en el producto final.

Al igual que la grasa, la proteína es mayor para el método instantáneo en casi el doble de porcentaje; la menor cantidad de proteína en el queso obtenido por el método largo convencional a su mayor contenido de agua.

El menor tiempo que pasa la leche coagulando para el método instantáneo provoca menor pérdida de sólidos en la cuajada, los resultados promedio de los análisis químicos para cada método se presentan en el Cuadro 7.

Cuadro 7. Resultados obtenidos del análisis químico de queso Cabaña para dos métodos de elaboración.

Componente (%)	Método largo	Método instantáneo
Humedad	86.98	77.28
Materia seca	13.01	22.72
Materia orgánica	11.54	20.54
Cenizas	1.47	2.17
Proteína cruda	7.45	14.49
Extracto etéreo	2.51	2.90
Extracto libre de N	1.58	3.15

4.1.3 Análisis económico comparativo

Se calcularon los costos para el método largo convencional y para el método instantáneo que se buscó desarrollar, se tomó como base 100 kg de producto terminado tanto para los ingresos como para los costos. El método vía acidificación directa fue el que presentó menores costos como se observa en el Cuadro 8.

El método convencional tiene en promedio un rendimiento mayor al método instantáneo (16% contra 14.5%); sin embargo los costos fijos son mayores, debido al mayor tiempo de uso de equipo y esto hace que su estructura de costos sea mayor (pese a que sus costos variables totales son menores).

Los factores que influyeron en la rentabilidad del queso Cabaña fueron: el ingreso por ventas (precio de traspaso al puesto de ventas de Zamorano), costos diferenciales de materia prima y las horas de mano de obra directa y uso de equipo.

Para el método convencional los costos fijos se calcularon en base al tiempo total que es necesario para la elaboración del queso (19 horas en promedio), pero para mano de obra directa sólo se consideraron 6 horas (se omite el tiempo de coagulación 12 a 14 horas).

Para el método instantáneo con ácido fosfórico, se consideraron 7 horas promedio en las cuales si se incluyó el tiempo que tomó la leche para coagularse.

Cuadro 8. Resumen de resultados económicos, para 100 kg de queso Cabaña en la planta

de lácteos de Zamorano.

Variable	Método largo	Método instantáneo
Rendimiento (%)	16.20	14.50
Ingreso por ventas (%)	5,170.00	5,170.00
Costos variables (L.)	2,537.89	2,989.64
Costos fijos (L.)	757.83	279.20
Total costos y gastos (L.)	3,295.72	3,268.84
Retorno al capital y al riesgo (L.)	1,874.28	1,901.16
Rentabilidad sobre costos (%)	57.00	58.00
Rentabilidad sobre ventas (%)	36.00	37.00

El método instantáneo es el más rentable aunque la diferencia no es grande; pero con éste se puede ejercer mayor control en los procesos, mejorando la calidad del producto final, evitándose así devoluciones que provoquen pérdidas a la planta.

4.2 APLICACION DE UN NIVEL MAS RIGUROSO DE BPM Y MAYOR CONTROL EN LOS PUNTOS DE PROCESO PARA EL METODO LARGO

4.2.1 Análisis microbiológico del ambiente del área de quesos

Se obtuvieron los siguientes resultados, tanto para bacterias como para hongos:

4.2.1.1 Conteo bacteriano. Se evaluaron las tres queseras del área con dos repeticiones (un plato petri por repetición) por quesera, los resultados obtenidos se muestran en el Cuadro 9. La calificación del ambiente se hizo en base a Teuben (2000) que se muestra en el Cuadro 4.

Cuadro 9. Clasificación del ambiente por sedimentación para medio PCA.

Sección del área	Número de colonias por plato	Puntaje	Clase del ambiente
Quesera chica	23	2	Insuficiente
Quesera mediana	44	3	Malo
Quesera grande	29	2	Insuficiente

El área de quesos en general, no cumple con un ambiente que tenga la suficiente seguridad para producir productos libres de contaminación de tipo bacteriana, esto se debe principalmente al tipo de techo de toda la planta y a que no es un área aislada de las otras áreas de producción e incluso de áreas de desecho.

4.2.1.2 Conteo de hongos. El procedimiento fue exactamente igual que para el análisis de bacterias, con la excepción de que los platos petri solamente fueron expuestos 15 minutos al ambiente (sedimentación), en medio PDA; los resultados obtenidos se detallan a continuación (Cuadro 10):

Cuadro 10. Resultados del análisis del ambiente por sedimentación para medio PDA

Sección del área	Número de colonias por plato	Colonias por minuto
Quesera chica	11	0.73
Quesera mediana	8	0.53
Quesera grande	13	0.86

La calificación del área muestra resultados negativos, dando a entender que el área es muy propensa a contaminaciones tanto de bacterias, como en este caso de hongos. Los hongos (mohos y levaduras) son el principal problema de contaminación en el queso Cabaña. El tener un ambiente de desecho próximo al de producción de quesos, juntamente con el tipo de techo del edificio de la planta son las principales fuentes de contaminación del ambiente y por consiguiente de los productos que se elaboran en éste.

4.2.2 Prueba de coliformes del agua potable de la planta

Se realizaron con el propósito de asegurar la ausencia de microorganismos patógenos en el agua empleada, durante el proceso de lavado y enfriado del queso Cabaña. Todos los análisis dieron resultados negativos asegurando la buena calidad del agua potable de la planta de lácteos de Zamorano.

4.2.3 Análisis microbiológico del producto final obtenido por el método largo convencional (para dos niveles de BPM)

Los resultados que se presentan a continuación (Cuadro 11) fueron obtenidos de dos tandas de elaboración de queso Cabaña, por el método convencional y con el nivel de buenas prácticas de manufactura comúnmente empleado en la planta de lácteos para este proceso (nivel 1), se evaluó la cantidad de unidades formadoras de colonia por gramo (UFC/g) para hongos, bacterias y coliformes.

Cuadro 11. Análisis microbiológico general de dos tandas de queso Cabaña bajo el Nivel 1 de BPM (UFC/g).

Microorganismos	Tanda 1			Tanda 2		
	Día 1	Día 15	Día 30	Día 1	Día 15	Día 30
Coliformes	0	0	0	0	0	0
Bacterias	90 e	6.6×10^3	8.5×10^4	120 e	5.3×10^3	7.6×10^4

Hongos	10 e	30 e	3.3×10^4	10 e	40 e	2.7×10^4
--------	------	------	-------------------	------	------	-------------------

e = UFC estimadas/g.

Se puede observar que el queso Cabaña tiene una vida útil menor a los 30 días, si se toma como referencia los parámetros de Kosikowski (1982) que se muestran en el Cuadro 2. Si bien todo el proceso convencional está basado en BPM, no se pudo controlar la contaminación del ambiente con la cubierta de papel (para la quesera durante la coagulación), que resultó insuficiente para evitar la contaminación con esporas y bacterias del ambiente.

El segundo análisis fue realizado para una tanda, pero con un nivel de BPM más riguroso (Nivel 2) los resultados se presentan en el Cuadro 12.

Cuadro 12. Análisis microbiológico general de queso Cabaña bajo el Nivel 2 de BPM (UFC/g).

Microorganismos	Día 1	Día 15	Día 30
Coliformes	0	0	0
Bacterias	150 e	200 e	2.3×10^3
Hongos	0	10 e	3.5×10^3

e = UFC estimadas/g.

Como se puede observar, la desinfección del ambiente fue efectiva para reducir la incidencia de esporas en el queso obtenido, el número de UFC/g para bacterias también se redujo en gran medida con relación al nivel 1 de BPM, y los coliformes en este nivel dieron resultado negativo.

La implementación de un nivel más estricto de BPM (Nivel 2) demostró que sí reduce la carga microbiana en el producto y asegura la vida útil del mismo.

4.2.4 Control de parámetros en puntos específicos del proceso

Se determinó que los puntos más importantes a controlarse serían la inoculación del cultivo láctico y luego la adición del cuajo, el corte de la cuajada ya formada y su cocción.

Para el punto de inoculación es muy importante que la cantidad de cultivo sea exacta y la temperatura de la leche óptima (23°C) para un buen desarrollo de las bacterias acidificadoras. La cantidad de cuajo también es sumamente importante, ésta debe ser medida con mucha precisión pues la cantidad en la que es añadida (0.4 ml por 100 litros de leche descremada) es muy pequeña. Una cantidad mayor de este extracto de enzima provocará una textura hulosa y dura, la cual es muy poca aceptada para este tipo de queso.

El corte de la cuajada debe realizarse en el punto isoeléctrico de la caseína o cuando el suero alcanza una acidez titulable de 0.45 a 0.52 % (este último parámetro es menos preciso). Una cuajada que fue cortada a

una acidez insuficiente adquiere una textura hulosa y dura durante el cocimiento; en cambio una acidez muy elevada provocará pérdidas y bajos rendimientos debido a la fragilidad de la cuajada.

La cocción es el punto que determinará la textura final del cubito de cuajada, la temperatura debe alcanzar los 50°C pero de forma lenta y uniforme, con sumo cuidado para evitar daños mecánicos en la cuajada y el tiempo de cocimiento debe ser aproximadamente 100 minutos.

Todos estos puntos fueron controlados, si bien se obtiene un producto con mejor textura y apariencia, es muy difícil lograr llegar a todos los parámetros, pues mucho influye la temperatura del ambiente que no es controlada, el cultivo láctico empleado (no tiene una efectividad constante) y la persona que se encarga de medir los insumos (la mayor parte del tiempo son estudiantes).

4.3 DISEÑO DE UNA DIVISION PARA CREAR UN AREA CON AMBIENTE CONTROLADO PARA LA SECCION DE QUESOS DE LA PLANTA

La división diseñada está sujeta a la funcionalidad de los equipos y a la posición que éstos ya tienen en la planta. Los únicos equipos que deberán moverse son la quesera grande y la prensa para quesos, cada uno será ubicado en el anterior lugar del otro.

El área aislada debe contener la marmita pequeña, quesera pequeña, quesera mediana, quesera grande y la prensa para quesos. El material propuesto a utilizar es el siguiente: cimientos de hormigón ciclopeo, sobrecimientos, la estructura será de tubos de aluminio de diferentes medidas, acrílico transparente para las paredes, puertas y techo.

La estructura de aluminio será de tubos de 50 mm x 100 mm, estos serán embebidos en los cimientos y sobrecimientos, las láminas de acrílico se sujetan a la estructura por medio de junquillos de aluminio de 15 mm x 15 mm. En el techo se necesitarán tubos de 20 mm x 40 mm y de 15 mm x 15 mm (estos últimos van en sentido transversal).

La división tendrá dos puertas de 1.1 m de ancho (suficiente para que pasen mesas u otros implementos necesarios durante la manufactura de quesos); el techo tendrá una pendiente del 18% que facilitará que el agua escurra más fácilmente durante la limpieza de la estructura.

Esta división contará también con aire acondicionado que permita mantener constante la temperatura interna (a una temperatura requerida cualquiera), la desinfección del ambiente será más eficiente en cuanto a tiempo de operación de la bomba atomizadora y control de los posibles microorganismos presentes (la incidencia de los mismos será mucho menor, pues la principal fuente de contaminación es el área circundante). Los planos arquitectónicos y cortes que detallan la estructura están presentados en los Anexos 3 y 4.

5. CONCLUSIONES

La alternativa del método instantáneo por acidificación directa no fue aplicable tal como se realizó en este estudio, sin embargo se dió el primer paso para futuros estudios en este tipo de quesos.

El método instantáneo reduce el tiempo total de proceso de 19 a 7 horas, tiene mayor rentabilidad sobre costos y ventas que el método largo, se obtuvo un producto final con buenas características de textura, sabor y apariencia, sin embargo, el producto sufrió drásticos cambios durante su almacenamiento (cuajada gelatinosa y translúcida).

El ácido fosfórico a 60 ppm resultó ser un acidulante más apropiado que la solución de ácido cítrico (50 g de cristales en 50 ml de agua) recomendada por Bernal (1999), ya que mantuvo las características deseables del producto por mayor tiempo.

La contaminación es netamente ambiental y no proviene del agua empleada en el proceso; el tiempo largo que la leche pasa en la quesera para el método actual empleado también contribuye a esta contaminación.

Los parámetros de los puntos de proceso, para el método largo, sobre los que se debe ejercer un estricto control son: cantidad, actividad y caducidad del cultivo láctico preparado, temperatura de inoculación, acidez titulable del suero y pH de la cuajada al momento del corte, temperatura y tiempo de cocción de la cuajada.

El nivel actual de BPM (Nivel 1) no asegura una vida útil comercial de 30 días en el queso Cabaña.

La aplicación de un nivel de BPM más riguroso (Nivel 2) asegura la vida útil del producto.

El diseño de una división para crear un ambiente controlado en el área de quesos es una buena opción para evitar problemas asociados con la contaminación del ambiente y temperaturas sin control del mismo, no sólo para el queso Cabaña.

6. RECOMENDACIONES

Se recomienda la aplicación de un nivel de BPM más riguroso (Nivel 2) a manera de asegurar una mayor vida de anaquel en el queso Cabaña y por consiguiente mejorar la rentabilidad del mismo.

Estudiar más la concentración del acidulante y su efecto sobre el cambio en textura y apariencia del producto terminado para el método instantáneo.

Es muy importante aislar el área de la sección de quesos de la planta y tener control del ambiente para elaborar productos de buena calidad y seguros al consumidor.

Para la elaboración de queso Cabaña por el método largo es recomendable ejercer un estricto control de los parámetros en puntos específicos del proceso (inoculación, corte de la cuajada y cocción de la misma).

Para un mayor control de calidad es necesario el uso de una hoja de verificación que asegure que se cumple con los parámetros de proceso para cada tanda elaborada.

Los cultivos lácticos, una vez preparados, deben tener una caducidad máxima de 4 días para el buen desarrollo de ácido láctico y para la formación de una cuajada consistente y adecuada para este queso.

Es necesario realizar periódicamente análisis químicos del producto final, análisis microbiológicos del mismo y del agua potable de la planta.

La desinfección ambiental con Bioclean debe realizarse antes de que la leche esté en la quesera, pues inhibe la actividad de las bacterias benignas presentes en el cultivo láctico.

7. BIBLIOGRAFIA

ALAIIS, Ch. 1985. Ciencia de la leche. Trad. por Antonio Lacasa Godina. 4 ed. Barcelona, España, Editorial Reverté, S. A. 871 p.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. 1990. Official methods of analysis. Ed. por Kenneth Helrich. 15 ed. Arlington, Virginia, USA, Association of official analytical chemists, Inc. 1298 p.

BERNAL, J. P. 1999. Utilización de tres acidulantes de grado alimenticio en la elaboración de queso Mozzarella. Tesis Ing. Agr. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras. 54 p.

CENZANO, I. 1992. Los Quesos. Madrid, España, Mundi-Prensa Libros, S. A. 227 p.

DAVIS, J. G. 1965. Cheese. New York, American Elsevier Publishing Company, Inc. 463 p.

DZIEZAK, J. D. 1990. Acidulants: Ingredients that do more than meet the acid test. Food Technology (USA). 44:76-83.

EMMONS, D. B.; TUCKEY, S. L. 1967. Cottage Cheese and other cultured milk products. New York, USA, Chas. Pfizer & Co., Inc. 143 p.

FRAZIER, W. C.; WESTHOFF, D. C. 1991. Microbiología de los alimentos. Trad. por José Tormo Iguacel. 3 ed. Zaragoza, España, Editorial Acribia, S. A. 522 p.

HARGROVE, R. E.; ALFORD, J. A. 1983. Composition of milk products. *In* Fundamentals of Dairy Chemistry. Ed. por: Byron Webb, Arnold Johnson y John Alford. Westport, Connecticut, USA, The Avi Publishing Company, Inc. p. 58-86.

KEATING, P.; RODRIGUEZ, H. 1986. Introducción a la lactología. México D.F., México, Limusa. 287 p.

KOSIKOWSKI, F. V. 1982. Cheese and fermented milk foods. 2 ed. New York, USA, Edwards Brothers, Inc. 711 p.

MADRID, A. V. 1999. Tecnología Quesera. 2 ed. Madrid, España, Ediciones Mundi-Prensa. 412 p.

MOLINA, G. 1998. Elaboración de queso Mozzarella a partir de métodos rápidos de acidificación. Tesis Ing. Agr. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras. 56 p.

REVILLA, A. 1996. Tecnología de la leche. 3 ed. Zamorano, Honduras, Escuela Agrícola Panamericana. 396 p.

TEUBEN, J. 2000. Laboratorios de la clase de microbiología de alimentos. Zamorano, Honduras, Escuela Agrícola Panamericana. sp.

USTUNOL, Z. 1988. Factors affecting cheese yield. Dissertation submitted in partial fulfillment of the requirements for the degree of Doctor of Philosophy at the University of Kentucky. Lexington, Kentucky. 152 p.

WILSTER, G. H. 1954. Practical Cheesemaking. Corvallis, Oregon, Oregon State College. 295 p.

8. ANEXOS

Anexo 1. Costeo de queso Cabaña para el método largo convencional

Descripción	Unidad	Cantidad	Valor	Total	Analisis	Analisis
					Unitario	Porcentual
INGRESOS						
QUESO CABAÑA-COMEDOR	LIBRA	-	23.50	-		
QUESO CABAÑA-PUESTO DE VENTAS	LIBRA	220.00	23.50	5,170.00		
(-) DEVOLUCIONES	LIBRA	-	23.50	-		
TOTAL INGRESOS		220.00		5,170.00	23.50	100%
Rendimiento estimado: (queso/leche) >>>>						
		18.2%				
COSTOS						
COSTOS VARIABLES						
MANO DE OBRA DIRECTA						
MANUFACTURA DE PRODUCTOS	HORA	6.00	43.17	259.00		
PREBENDAS SUELDOS	HORA M.O.D.	6.00	0.57	3.43		
CAPACITACION	HORA M.O.D.	6.00	-	-		
CATORCEAVO	HORA M.O.D.	6.00	2.83	16.97		
PREAVISO	HORA M.O.D.	6.00	0.20	1.19		
CESANTIA	HORA M.O.D.	6.00	0.85	5.09		
TRECEAVO	HORA M.O.D.	6.00	2.83	16.97		
PLAN DE RETIRO	HORA M.O.D.	6.00	-	-		
IMPUESTO SOBRE LA RENTA	HORA M.O.D.	6.00	2.02	12.12		
TRANSPORTE	HORA M.O.D.	6.00	0.24	1.45		
SEGURO POR MUERTE	HORA M.O.D.	6.00	0.47	2.85		
FOSOVI	HORA M.O.D.	6.00	0.51	3.08		
MANO DE OBRA INDIRECTA						
DISTRIBUCION OVERHEAD				-		
TOTAL MANO DE OBRA				322.14	1.46	10%
MATERIA PRIMA						
LECHE DESCREMADA	Lt	616.59	2.09	1,288.87		
CREMA ACIDA	Libra	27.13	17.20	466.64		
SAL REFINADA-USA-	Lb	3.30	2.80	8.58		
CLORURO DE CALCIO	CC	123.32	0.04	4.93		
CULTIVO LACTICO	Litro	3.08	15.40	47.48		
CUAJO	CC.	3.08	0.31	0.96		
DESTILADO DE CULTIVO	CC.	8.80	0.02	0.18		
VASOS PARA QUESO CABAÑA	CADA UNO	220.00	1.51	332.20		
SORBATO DE POTASIO	GRAMO	52.84	0.29	15.32		
SELLO DE SEGURIDAD	c/uno	220.00	0.09	13.20		
ETIQUETA DE CODIGO DE BARRA	c/uno	220.00	0.09	19.80		
ETIQUETA DE ELABORACION Y VENCIMIENTO	c/uno	220.00	0.08	17.60		
TOTAL MATERIA PRIMA				2,215.75	10.07	67%
TOTAL COSTOS VARIABLES				2,537.89	11.54	77%
MARGEN DE CONTRIBUCION				2,532.11	11.95	

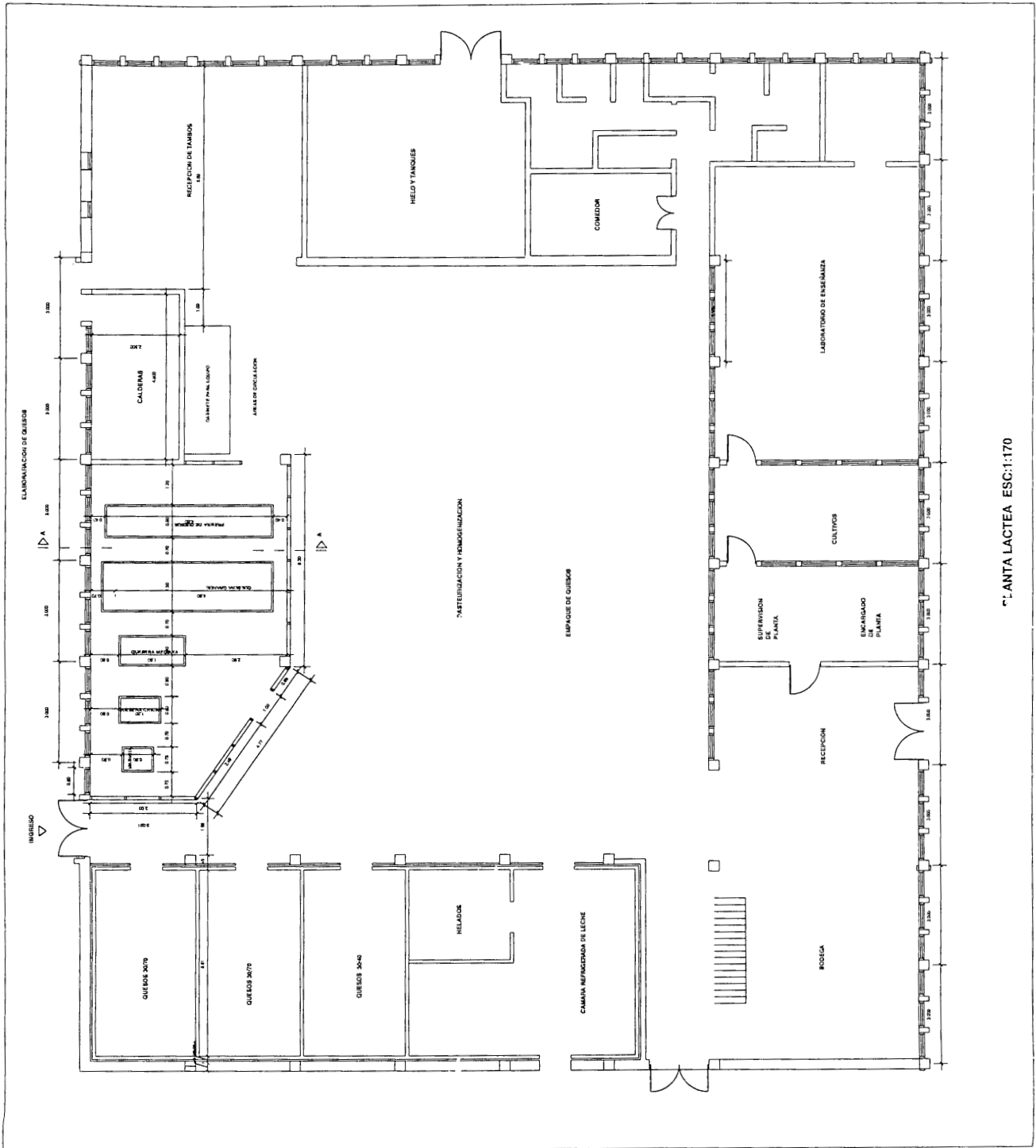
	Unidad	Cantidad	Valor	Total	Analisis Unitario	Analisis Porcentual
COSTOS FIJOS						
COMBUSTIBLES Y LUBRICANTES	HORA M.O.D	19.00	12.02	245.46		
SUMINISTROS DE LIMPIEZA	HORA M.O.D.	19.00	4.19	79.52		
SUMINISTROS Y ACCESORIOS	HORA M.O.D.	19.00	0.31	5.89		
SUMINISTROS MEDICOS	HORA M.O.D.	19.00	0.18	3.44		
SUMINISTROS DE LABORATORIO	HORA M.O.D.	19.00	0.70	13.25		
MATERIAL DIDACTICO	HORA M.O.D.	19.00	0.16	3.00		
HERRAMIENTAS	HORA M.O.D.	19.00	0.08	1.47		
UNIFORMES	HORA M.O.D.	19.00	1.40	28.51		
OTROS SUMINISTROS	HORA M.O.D.	19.00	0.23	4.42		
ADICIONES MENORES DE MOBIL.	HORA M.O.D.	19.00	0.39	7.36		
SERVICIO DE LAVANDERIA	HORA M.O.D.	19.00	0.52	9.82		
SERVICIO DE TALLER	HORA M.O.D.	19.00	0.88	16.69		
SERVICIO DE LABORATORIO	HORA M.O.D.	19.00	0.05	0.88		
TELEFONO	HORA M.O.D.	19.00	0.07	1.28		
MANTENIMIENTO DE EDIFICIOS	HORA M.O.D.	19.00	0.58	10.60		
MANTENIMIENTO DE MOBILIARIO	HORA M.O.D.	19.00	5.08	98.21		
MANTENIMIENTO DE INSTALACIONES	HORA M.O.D.	19.00	0.88	16.69		
VARIOS	HORA M.O.D	19.00	0.78	14.73		
FLETE Y ACARREO	HORA M.O.D.	19.00	4.24	80.50		
GASTOS DE VIAJE	HORA M.O.D.	19.00	0.23	4.42		
DEPRECIACION DE EDIFICIOS	HORA M.O.D.	19.00	0.09	1.77		
DEPRECIACION DE MOBILIARIO	HORA M.O.D.	19.00	3.92	74.52		
DEPRECIACION DE OTRA MAQUINARIA	HORA M.O.D.	19.00	1.02	19.47		
DEPRECIACION MEJORAS	HORA M.O.D.	19.00	1.05	19.93		
TOTAL COSTOS FIJOS				757.83	3.44	23%
TOTAL COSTOS VARIABLES Y FIJOS				3,295.72	14.98	100%
UTILIDAD DE OPERACIÓN				1,874.28	8.52	
GASTOS						
GASTOS ADMINISTRATIVOS						
ADMINISTRACION SECCION		5,170.00	-	-		
UNIDAD EMPRESARIAL DE CARNICOS Y LACTEOS		5,170.00	-	-		
ADMINISTRACION ZAMORANO		5,170.00	-	-		
TOTAL GASTOS ADMINISTRATIVOS				-	-	0%
GASTOS FINANCIEROS						
INVENTARIO DE MATERIA PRIMA		5,170.00	-	-		
INVENTARIO DE PRODUCTO MANUFACTURADO		5,170.00	-	-		
TOTAL GASTOS FINANCIEROS				-	-	0%
TOTAL GASTOS				-	-	0%
TOTAL COSTOS Y GASTOS				3,295.72	14.98	100%
RÉTORNO AL CAPITAL Y AL RIESGO				1,874.28	8.52	
RENTABILIDAD SOBRE VENTAS				36%	36%	
RENTABILIDAD SOBRE COSTOS				57%	57%	
CANTIDAD MINIMA DE EQUILIBRIO				63.34		

Anexo 2. Costeo de queso Cabaña para el método instantáneo

Descripción	Unidad	Cantidad	Valor	Total	Análisis	
					Unitario	Porcentual
INGRESOS						
QUESO CABAÑA-COMEDOR	LIBRA	0	23.5	-		
QUESO CABAÑA-PUESTO DE VENTAS	LIBRA	220	23.5	5,170.00		
(-) DEVOLUCIONES	LIBRA	0	23.5	-		
TOTAL INGRESOS		220		5,170.00	23.5	100%
Rendimiento estimado: (queso/lache) >>>>	14.50%					
COSTOS						
COSTOS VARIABLES						
MANO DE OBRA DIRECTA						
MANUFACTURA DE PRODUCTOS	HORA	7	43.16717444	302.17		
PREBENDAS SUELDOS	HORA M.O.D.	7	0.571624917	4.00		
CAPACITACION	HORA M.O.D.	7	0	-		
CATORCEAVO	HORA M.O.D.	7	2.829086082	19.80		
PREAVISO	HORA M.O.D.	7	0.197740989	1.38		
CESANTIA	HORA M.O.D.	7	0.848265956	5.94		
TRECEAVO	HORA M.O.D.	7	2.829086082	19.80		
PLAN DE RETIRO	HORA M.O.D.	7	0	-		
IMPUESTO SOBRE LA RENTA	HORA M.O.D.	7	2.020140958	14.14		
TRANSPORTE	HORA M.O.D.	7	0.242487186	1.70		
SEGURO POR MUERTE	HORA M.O.D.	7	0.474382027	3.32		
FOSOVI	HORA M.O.D.	7	0.509207589	3.58		
MANO DE OBRA INDIRECTA						
DISTRIBUCION OVERHEAD						
TOTAL MANO DE OBRA				375.02	1.71	11.50
MATERIA PRIMA						
LECHE DESCREMADA	Lt	689.65	2.09029808	1,441.57		
CREMA ACIDA	Libra	30.3448	17.2	521.93		
SAL REFINADA-USA-	Lb	3.3	2.8	8.58		
CLORURO DE CALCIO	CC.	137.93	0.04	5.52		
CULTIVO LACTICO	Litro	14.01	15.4	215.75		
CUAJO	CC.	1.12	0.31	0.35		
ACIDO FOSFÓRICO	CC.	420.4	0.048	20.18		
VASOS PARA QUESO CABAÑA	CADA UNO	220	1.51	332.20		
SORBATO DE POTASIO	GRAMO	59.103005	0.29	17.14		
SELLO DE SEGURIDAD	c/uno	220	0.08	13.20		
ETIQUETA DE CODIGO DE BARRA	c/uno	220	0.09	19.30		
ETIQUETA DE ELABORACION Y VENCIMIENTO	c/uno	220	0.08	17.60		
TOTAL MATERIA PRIMA				2,313.82	11.83	79.93
TOTAL COSTOS VARIABLES				2,989.64	13.59	0.91458723
MARGEN DE CONTRIBUCION				2,180.38	9.91	

	Unidad	Cantidad	Valor	Total	Analisis Unitario	Analisis Porcentual
COSTOS FIJOS						
COMBUSTIBLES Y LUBRICANTES	HORA M.O.D.	7	12.91809516	80.43		
SUMINISTROS DE LIMPIEZA	HORA M.O.D.	7	4.185287857	29.30		
SUMINISTROS Y ACCESORIOS	HORA M.O.D.	7	0.310019841	2.17		
SUMINISTROS MEDICOS	HORA M.O.D.	7	0.180844807	1.27		
SUMINISTROS DE LABORATORIO	HORA M.O.D.	7	0.897544643	4.88		
MATERIAL DIDACTICO	HORA M.O.D.	7	0.157748429	1.10		
HERRAMIENTAS	HORA M.O.D.	7	0.07750499	0.54		
UNIFORMES	HORA M.O.D.	7	1.395089286	9.77		
OTROS SUMINISTROS	HORA M.O.D.	7	0.232514881	1.63		
ADICIONES MENORES DE MOBIL.	HORA M.O.D.	7	0.387524802	2.71		
SERVICIO DE LAVANDERIA	HORA M.O.D.	7	0.516899735	3.62		
SERVICIO DE TALLER	HORA M.O.D.	7	0.87838955	6.15		
SERVICIO DE LABORATORIO	HORA M.O.D.	7	0.048502978	0.33		
TELEFONO	HORA M.O.D.	7	0.087170888	0.47		
MANTENIMIENTO DE EDIFICIOS	HORA M.O.D.	7	0.558035714	3.91		
MANTENIMIENTO DE MOBILIARIO	HORA M.O.D.	7	5.083657407	35.45		
MANTENIMIENTO DE INSTALACIONES	HORA M.O.D.	7	0.87838955	6.15		
VARIOS	HORA M.O.D.	7	0.775049803	5.43		
FLETE Y ACARREO	HORA M.O.D.	7	4.238937831	29.68		
GASTOS DE VIAJE	HORA M.O.D.	7	0.232514881	1.63		
DEPRECIACION DE EDIFICIOS	HORA M.O.D.	7	0.083264302	0.85		
DEPRECIACION DE MOBILIARIO	HORA M.O.D.	7	3.922267692	27.48		
DEPRECIACION DE OTRA MAQUINARIA	HORA M.O.D.	7	1.024615575	7.17		
DEPRECIACION MEJORAS	HORA M.O.D.	7	1.049210483	7.34		
TOTAL COSTOS FIJOS				279.20	1.27	3.54
TOTAL COSTOS VARIABLES Y FIJOS				3,268.84	14.88	100
UTILIDAD DE OPERACION				1,901.16	9.64	
GASTOS						
GASTOS ADMINISTRATIVOS						
ADMINISTRACION SECCION		5170	0	-		
UNIDAD EMPRESARIAL DE CARNICOS Y LACTEOS		5170	0	-		
ADMINISTRACION ZAMORANO		5170	0	-		
TOTAL GASTOS ADMINISTRATIVOS				-	0	0
GASTOS FINANCIEROS						
INVENTARIO DE MATERIA PRIMA		5170	0	-		
INVENTARIO DE PRODUCTO MANUFACTURADO		5170	0	-		
TOTAL GASTOS FINANCIEROS				-	0	0
TOTAL GASTOS				-	0	0
TOTAL COSTOS Y GASTOS				3,268.84	14.39	100
RETORNO AL CAPITAL Y AL RIESGO				1,901.16	8.64	
RENTABILIDAD SOBRE VENTAS				36.77	26.77	
RENTABILIDAD SOBRE COSTOS				58.16	53.16	
CANTIDAD MINIMA DE EQUILIBRIO				23.17		

Anexo 3. Plano del diseño del ambiente controlado para el área de quesos



Anexo 4. Corte y elevación del diseño

