

Establecimiento de un sistema de análisis de riesgos y puntos críticos de control para helado y yogur en Zamorano

Ricardo Arturo Romero Pavón

ZAMORANO
Carrera de Agroindustria

Noviembre, 2000

ZAMORANO
CARRERA DE AGROINDUSTRIA

Establecimiento de un sistema de análisis de riesgos y puntos críticos de control para helado y yogur en Zamorano

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

Por:

Ricardo Arturo Romero Pavón

Honduras: Noviembre, 2000

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

Ricardo Romero

Honduras: Noviembre, 2000

Establecimiento de un sistema de análisis de riesgos y puntos críticos de control para helado y yogur en Zamorano.

Presentado por:

Ricardo Arturo Romero Pavón

Aprobada:

Joost Teuben, Ing.
Asesor Principal

Claudia García, Ph.D.
Coordinadora de la Carrera de
Agroindustria

Manuel Morales, M.S.
Asesor Secundario

Antonio Flores, Ph.D.
Decano

Elsa Barrientos, M.S.
Asesor Secundario

Keith L. Andrews, Ph.D.
Director General

Aurelio Revilla, M.S.A.
Coordinador PIA

DEDICATORIA

A Dios, por haberme dado fuerza, paciencia, guía y esperanza durante estos cuatro años de estudio.

A mi hermosa familia, mis padres Raúl y Gilbertina, y mis hermanos Raúl y Mario, por su apoyo incondicional y todo el amor que me brindan.

A mis familiares y amigos, Quiroz, López, Pavón, Zelaya, Rodríguez, Saucedo y Acosta, por el ánimo inculcado y toda la ayuda brindada.

A Daniel Kaegi, mi primer y grandioso jefe, por su paciencia, enseñanza, apoyo y por haber sido para mí, un padre en Zamorano.

A todos mis amigos fuera y adentro de Zamorano, quienes me hicieron pasar hermosos momentos.

A los compañeros de trabajo en Zamorano, quienes convivieron, me dieron apoyo y estuvieron pendientes de mi éxito en mis estudios.

AGRADECIMIENTO

Al Zamorano por haberme concedido la oportunidad de crecer profesionalmente.

A mis asesores Joost Teuben, Elsa Barrientos y Manuel Morales, por toda su valiosa ayuda y paciencia.

A los empleados de la planta de lácteos de Zamorano, especialmente a Fredy Elvir y Juan Ferrera, por la amistad y apoyo.

A Ulises Romero, por haberme ayudado en mi trabajo mientras recibí clases.

A todos los compañeros de la Carrera de Agroindustria durante 1999 y 2000.

RESUMEN

Romero, Ricardo, 2000. Establecimiento de un sistema de análisis de riesgos y puntos críticos de control para helado y yogur en Zamorano. Proyecto Especial del Programa de Ingeniero Agrónomo, Zamorano, Honduras. 92 p

En la planta procesadora de lácteos de Zamorano existe la necesidad de implantar un sistema que desarrolle un control preventivo de contaminaciones, que defina los riesgos potenciales e identifique cuáles representan puntos críticos de control. Así se logra mejorar la seguridad, duración y calidad de los productos, especialmente los que contienen aditivos constituidos como mezclas, como es el caso del helado y del yogur. Esos aditivos necesitan cuidados especiales, ya que existe la posibilidad de introducir contaminantes perjudiciales a la salud humana, en equipos abiertos que trabajan por medio de tandas de mezclas. El estudio consideró los ingredientes utilizados en el proceso, el ambiente de la planta, el equipo que tuvo contacto directo con los ingredientes y la colocación del producto en el puesto de venta de Zamorano. La metodología fue orientada por los siete principios básicos del sistema de análisis de riesgos y puntos críticos de control (ARPC), identificando los riesgos potenciales de cada sección del proceso, detectar puntos críticos de control (PCC), establecer los límites críticos para cada PCC, desarrollar un sistema técnico de monitoreo, establecer acciones correctivas para los desvíos del proceso a los límites establecidos, desarrollar un sistema de control de resultados para documentar el sistema e implantar y verificar el sistema ARPC. Como resultado del plan, se determinó a la etapa de envasado del yogur y al tratamiento térmico de ambos productos, como puntos críticos de control. En el proceso de pasteurización se bajó la temperatura para evitar cambios en el color y sabor de ambos productos y para obtener ahorro de energía. Se bajó la temperatura de incubación del yogur para mejorar la acidez y el sabor. Se concluyó que el helado y el yogur de Zamorano son seguros e inocuos. La recomendación general fue mejorar la supervisión de las buenas prácticas de manufactura.

Palabras claves: ARPC, control preventivo, PCC, productos de mezcla.

Nota de Prensa

¿NECESITA SEGURIDAD E INOCUIDAD EN LOS PRODUCTOS LÁCTEOS QUE USTED PRODUCE?

Actualmente la seguridad e inocuidad son una necesidad generalizada en todas las plantas procesadoras de lácteos, para lograr mejorar la seguridad, duración y calidad de los productos; especialmente los que contienen aditivos constituyéndose en mezclas, como es el caso del helado y también del yogur.

Esos aditivos pueden permitir el ingreso de contaminantes perjudiciales a la salud humana, en equipos abiertos que trabajan por medio de tandas de mezclas. Entonces es evidente la necesidad de un sistema que desarrolle un control preventivo de contaminaciones en el proceso, que defina los riesgos potenciales e identifique cuáles de estos representan puntos críticos de control.

Como solución a estos problemas, la planta procesadora de lácteos de Zamorano, Honduras, estableció en agosto del 2000 el sistema llamado Análisis de Riesgos y Puntos Críticos de Control (ARPC). Este sistema fue desarrollado conjuntamente por la Universidad de Pillsbury y el Servicio Nacional de Exploración Espacial (NASA) en 1971, con el objetivo de proporcionar a sus astronautas alimentos con cero defectos.

La filosofía de este sistema no sustituye a los sistemas de control y garantía de calidad de una empresa, sino que los complementa. El estudio en Zamorano consideró los ingredientes utilizados en el proceso, el ambiente de la planta, el equipo que tuvo contacto directo con los ingredientes y la colocación del producto en el puesto de venta de Zamorano.

La metodología fue orientada por los siete principios básicos del sistema ARPC, al identificar los riesgos potenciales de cada sección del proceso, detectar puntos críticos de control (PCC), establecer los límites críticos para cada PCC, desarrollar un sistema técnico de monitoreo, establecer acciones correctivas para los desvíos del proceso a los límites establecidos, desarrollar un sistema de control de resultados para documentar el sistema e implantar y verificar el sistema.

Como resultado del plan desarrollado en Zamorano, se determinó a la etapa de envasado del yogur y al tratamiento térmico de ambos productos, como puntos críticos de control. Se concluyó que ambos productos de Zamorano, son seguros e inocuos, aún cuando existía algunas deficiencias ambientales. Por lo anterior se recomendó mejorar las buenas prácticas de manufactura.

CONTENIDO

Portadilla	i
Autoría.....	ii
Paginas de firmas	iii
Dedicatoria	iv
Agradecimiento	v
Resumen	vi
Nota de prensa	vii
Contenido	viii
Índice de cuadros	x
Índice de figuras	xii
Índice de anexos.....	xiii
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. ANTECEDENTES.....	1
1.2. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.....	2
1.3. JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO.....	2
1.4. LIMITANTES DEL ESTUDIO.....	3
1.5. OBJETIVOS.....	4
1.5.1. Objetivo general.....	4
1.5.2. Objetivos específicos.....	4
2. REVISIÓN DE LITERATURA.....	5
2.1. SISTEMAS DE CALIDAD	5
2.1.1. Origen.....	5
2.1.2. Descripción.....	5
2.1.3. Estado actual en el mundo.....	6
2.1.4. Puntos básicos para la implementación.....	7
2.1.4.1. Formar el equipo.....	7
2.1.4.2. Describir el producto.....	7
2.1.4.3. Identificar los usos del producto.....	7
2.1.4.4. Elaborar el flujograma.....	7
2.1.4.5. Verificación del flujograma en planta.....	7
2.1.4.6. Enumeración de los peligros.....	7
2.1.5. Siete principios del sistema.....	8
2.1.5.1. Conducción del Análisis de Peligros.....	8
2.1.5.2. Determinación de los puntos críticos de control (PCC)	8
2.1.5.3. Definición de los Límites Críticos.....	8
2.1.5.4. Monitoreo de Puntos Críticos de Control.....	9
2.1.5.5. Establecer las acciones correctivas.....	9
2.1.5.6. Establecer un sistema de registros y documentación..	9
2.1.5.7. Establecer procedimientos para verificación.....	10
2.2. MICROBIOLOGÍA Y TRATAMIENTO TÉRMICO.....	10
2.2.1. Productos Congelados.....	11

2.2.2. Productos Fermentados.....	12
2.2.3. Aditivos.....	12
2.2.4. Cultivos Lácticos.....	13
3. MATERIALES Y MÉTODOS.....	14
3.1. RECURSOS TÉCNICOS.....	14
3.2. RECURSOS HUMANOS.....	14
3.3. VARIABLES A MEDIR.....	14
3.4. TOMA DE MUESTRAS.....	15
3.5. PRESUPUESTO.....	16
3.6. PLAN ARPCC.....	17
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	18
4.1. SITUACIÓN INICIAL EN LA PLANTA DE LÁCTEOS.....	18
4.2. ANÁLISIS DEL PROCESO DE ELABORACIÓN.....	19
4.2.1. Helado.....	19
4.2.1.1. Pasteurización.....	19
4.2.1.2. Maduración.....	19
4.2.1.3. Envasado.....	19
4.2.1.4. Endurecimiento.....	19
4.2.1.5. Almacenamiento.....	20
4.2.1.6. Transporte al mercado.....	20
4.2.2. Yogur Batido.....	20
4.2.2.1. Pasteurización.....	20
4.2.2.2. Inoculación.....	20
4.2.2.3. Incubación.....	20
4.2.2.4. Envasado y sellado.....	21
4.2.2.5. Almacenamiento.....	21
4.2.2.6. Transporte.....	21
4.3. SEGURIDAD E INOCUIDAD ALIMENTARIA.....	21
4.3.1. Presencia de partículas extrañas al alimento.....	21
4.3.2. Cantidad de toxinas producidas por microorganismos.....	22
4.3.3. Resultado del análisis microbiológico para cada producto.....	22
4.4. PLAN ARPCC.....	23
5. CONCLUSIONES.....	24
6. RECOMENDACIONES.....	25
7. BIBLIOGRAFÍA.....	26

ÍNDICE DE CUADROS

1. Análisis de peligros de contaminación en el procesamiento de Helado en el sistema de pasteurización por tandas.....	53
2. Análisis de peligros de contaminación en el procesamiento de yogur batido en el sistema de pasteurización por tandas.....	56
3. Determinación de puntos críticos de control en el procesamiento de Helado en el sistema de pasteurización por tandas.....	60
4. Determinación de puntos críticos de control en el procesamiento de yogur batido en el sistema de pasteurización por tandas.....	61
5. Determinación de límites críticos y acciones correctivas para cada PCC, en el procesamiento de Helado, en el sistema de pasteurización por tandas.....	62
6. Determinación de límites críticos y acciones correctivas para cada PCC, en el procesamiento de yogur batido, en el sistema de pasteurización por tandas.....	63
7. Formato de monitoreo para los PCC en el procesamiento de Helado en el sistema de pasteurización por tandas.....	64
8. Formato de monitoreo para los PCC en el procesamiento de yogur batido en el sistema de pasteurización por tandas.....	65
9. Formato de monitoreo para los PCC en el procesamiento de Helado y yogur batido en los cuartos fríos.....	66
10. Formato para la verificación del sistema ARPCC en la producción de helado y yogur en la planta procesadora de lácteos de zamorano.....	67
11. Prueba de Inocuidad para el Agua de Dilución.....	70
12. Parámetros del Grado de Contaminación.....	70
13. Conteo de Coliformes totales en VRBA.....	70
14. Conteo de Bacterias totales en PCA.....	70
15. Conteo de Mohos y Levaduras totales en PDA.....	70
16. Prueba de Inocuidad para el Agua de Dilución.....	71
17. Parámetros del Grado de Contaminación.....	71
18. Conteo de Coliformes totales en VRBA.....	71
19. Conteo de Bacterias totales en PCA.....	71
20. Conteo de Mohos y Levaduras totales en PDA.....	71
21. Prueba de Inocuidad para el Agua de Dilución.....	72
22. Parámetros del Grado de Contaminación.....	72
23. Conteo de Coliformes totales en VRBA.....	72
24. Conteo de Bacterias totales en PCA.....	72
25. Conteo de Mohos y Levaduras totales en PDA.....	72
26. Prueba de Inocuidad para el Agua de Dilución.....	73
27. Parámetros del Grado de Contaminación.....	73
28. Conteo de Coliformes totales en VRBA.....	73
29. Conteo de Bacterias totales en PCA.....	73
30. Conteo de Mohos y Levaduras totales en PDA.....	73
31. Conteo de Coliformes totales en VRBA.....	74
32. Parámetros del Grado de Contaminación.....	74

33. Conteo de Bacterias totales en PCA.....	74
34. Pruebas de Inocuidad de los Medios.....	74
35. Conteo de Mohos y Levaduras totales en PDA.....	74
36. Muestreo de Ambiente de la Planta de Lácteos.....	75
37. Parámetros del Grado de Contaminación.....	75
38. Prueba de Inocuidad para el Agua de Dilución.....	75
39. Muestreo de Helado en Puesto de Ventas.....	75
40. Muestreo de Yogur Batido en Puesto de Ventas.....	75
41. Presupuesto de los análisis microbiológicos.....	76
42. Bacterias usadas en Zamorano para producir yogur.....	78
43. Almacenamiento y vida útil de fermentos concentrados.....	82
44. Diferencia en peso de un mililitro de diferentes muestras.....	88
45. Cálculo del factor de corrección (fc) para las diluciones.....	88

ÍNDICE DE FIGURAS

1. Diagrama de flujo de elaboración del Helado.....	51
2. Diagrama de flujo de la elaboración de yogur batido y del yogur congelado	52
3. Árbol de decisiones para determinar los PCC.....	59
4. Procedimiento de dilución de muestras para análisis microbiológico.....	87

ÍNDICE DE ANEXOS

1. Plan del sistema ARPCC para la planta de lácteos de Zamorano en el procesamiento de Helado y yogur batido.....	27
2. Muestreo Microbiológico del HELADO - (PRE - ARPCC).....	70
3. Muestreo Microbiológico del HELADO - (POST - ARPCC)	71
4. Muestreo Microbiológico del YOGUR BATIDO - (PRE - ARPCC)	72
5. Muestreo Microbiológico del YOGUR BATIDO - (POST - ARPCC)	73
6. Muestreo de los Ingredientes para el procesamiento de Helado y Yogur...	74
7. Muestreos Alternos al proceso de Helado y Yogur Batido.....	75
8. Preparación de cultivos para el yogur.....	77
9. Cambios químicos de la leche por tratamiento térmico.....	83
10. Conversión de UFC/ml a UFC/g posterior al análisis microbiológico del muestreo.....	87
11. Análisis del Agua potable en diferentes establecimientos de Zamorano.....	89
12. Información brindada por CESCOO.....	90
13. Glosario.....	91

1. INTRODUCCIÓN

1.1 ANTECEDENTES

En la planta de lácteos de Zamorano ya se ha implantado el sistema “Análisis de Riesgos y Puntos Críticos de Control” (ARPCC¹), únicamente para la línea de proceso de leche pasteurizada. Este es el ingrediente principal de todo producto lácteo, pero el proceso es diferente para los productos que contienen varios aditivos, como el caso del helado y también del yogur. Para estos productos se utiliza equipo con diferente principio, que permite el ingreso de los aditivos y no como la leche pasteurizada que es de flujo continuo y completamente cerrado.

Por lo anterior ya existe el conocimiento y entendimiento del sistema por parte de todos los operadores, los cuales ya han recibido charlas sobre las buenas prácticas de manufactura y el sistema ARPCC. En la planta procesadora de lácteos se aplican en gran medida las buenas prácticas de manufactura (BPM), las cuales son prerrequisitos para aplicar el sistema ARPCC. Estas sirven para monitorear la edificación, instalaciones, control de plagas, prevenir la contaminación interna, tanto de la planta como la de los productos, cuidado del personal, limpieza, sanitización del equipo y otros factores relacionados con la producción, influyendo positivamente en la calidad del producto, pero no asegurando la inocuidad de los productos.

El sistema ARPCC debe implantarse para cada línea de producción y no se puede generalizar para toda la planta procesadora. Para lograr lo anterior, se ha observado que en el procesamiento de helado y del yogur, existen todavía algunos aspectos que se deben reconsiderar, para incluirlos en el estudio que se realice con el sistema ARPCC. Los puntos de importancia en la elaboración de productos de mezcla para buscar sus riesgos potenciales son los siguientes:

1. Contaminación proveniente de los ingredientes.
2. El tratamiento térmico del producto, por medio de la combinación de tiempo y temperatura y la supervivencia de los microorganismos.
3. Duración del producto.
4. Hermeticidad del envasado.
5. La transportación interna del producto y al puesto de ventas.
6. La manipulación y las condiciones de almacenamiento en puesto de venta.
7. Posibilidad de contaminación ambiental, debido a que la planta está rodeada de otras secciones de producción agrícola, como las siguientes:

¹ Más conocido como HACCP, por las siglas en inglés de "Hazard Analysis and Critical Control Point"

- Establo para ordeño del ganado lechero: excretas, desperdicios de concentrados, residuos de leche, malos olores, etc. (ubicado al norte y noreste).
- Área de pastoreo del ganado lechero: presencia de ganado vacuno y excretas (ubicada al este y sudeste).
- Área de crecimiento de crías: presencia de ganado vacuno y excretas (ubicada al sudoeste).
- Planta procesadora de alimentos concentrados: ingredientes utilizados como granos y melaza (ubicada al oeste).

1.2 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

En la planta procesadora de lácteos de Zamorano existe la necesidad de implantar un sistema que desarrolle un control preventivo de contaminaciones, que defina los riesgos potenciales e identifique cuales de estos representan puntos críticos de control. De esta manera se logrará mejorar la seguridad y calidad de los productos lácteos, especialmente de los que contienen varios aditivos, constituyéndose así en mezclas, como es el caso del helado y también del yogur. Los aditivos para las mezclas implican análisis y cuidados especiales, por tener la posibilidad de permitir el ingreso de contaminantes perjudiciales a la salud humana, en equipos abiertos que trabajan por medio de tandas de mezclas.

La importancia radica en la valoración y registro de los riesgos, que pueden representar puntos críticos de control en el procesamiento. Se logrará comprobar si la vida del producto final tiene o no la duración adecuada, calidad necesaria y seguridad óptima para el consumidor.

1.3 JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO

Aún cuando se aplica las BPM, en varios casos no se lleva a cabo a su plenitud, por lo que es indispensable un sistema efectivo que pueda monitorear los puntos críticos de control, controlar la calidad microbiológica del producto, establecer acciones correctivas y documentar todo lo relacionado con el procesamiento y manejo del producto, como lo hace el sistema ARPCC.

La planta de lácteos no tiene establecido un monitoreo microbiológico para helado y yogur. Han sido muy pocas las veces que han realizado análisis microbiológicos por cada lote de producto. Esto crea la necesidad de incorporar un sistema para supervisar los procesos. Aplicando el sistema ARPCC se logra disminuir la dependencia de los análisis, por medio del control preventivo de los límites críticos de cada punto crítico de control del proceso.

El beneficio de este estudio es directamente para los consumidores de los productos lácteos de la planta procesadora de productos lácteos de Zamorano. El estudio contribuye además a desarrollar el potencial de la planta procesadora de lácteos, por medio de la elaboración de un sistema de registro detallado que optimiza el control de los puntos críticos resultantes en el proceso, el cual garantizará la seguridad, calidad, automatización y otros puntos que el sistema HACCP añade a las empresas.

La educación es el principal fin de Zamorano, por esto al desarrollar el sistema HACCP dentro de sus plantas procesadoras, es un beneficio múltiple para la institución el presentar al cuerpo estudiantil, el sistema del cual ahora todas las empresas privadas dependen para subsistir y competir en el mercado nacional e internacional. Al mismo tiempo permite que Zamorano sirva de ejemplo por la utilización de este excelente sistema.

1.4 LIMITANTES DEL ESTUDIO

Los métodos de control microbiológico usados por la planta son costosos tanto en dinero como en tiempo, por lo que representa un proceso largo para realizar.

La implantación del sistema ARPCC exige algunos prerequisites como las Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) y los Procedimientos Operacionales de Limpieza y Desinfección (POLD²). En algunos casos hay algunas deficiencias en la ejecución de estos requisitos, aún cuando el personal ha recibido seminarios al respecto. Esto representa un problema serio para implantar un sistema de seguridad y aún más para mantenerlo efectivo.

Actualmente Zamorano no posee equipo especializado para realizar pruebas de contaminaciones químicas y físicas, por esto se hizo énfasis en contaminaciones microbiológicas, tomando en cuenta siempre algunos puntos que tienen relación con la química y física, como sería el caso de una contaminación por químicos o cuerpos extraños en los alimentos procesados.

Los integrantes del equipo ARPCC son empleados de Zamorano quienes ejercen cargos administrativos y docencia. La mayor parte de su tiempo lo tienen comprometido con sus labores, lo cual causó que la planeación y el desarrollo del sistema dependiera en su mayoría del criterio del autor del proyecto.

La planta de lácteos no dispone de un empleado dedicado a desarrollar y verificar las BPM y los POLD. Esto ocasionó que el equipo de laboratorio y el laboratorio mismo permanecieran en deplorable estado de limpieza, ofreciendo una fuente importante de contaminaciones para los análisis microbiológicos.

² Más conocido como SSOP's , por las siglas en inglés de "Sanitation Standard Operating Procedures".

Para analizar el presupuesto de la tesis, se usaron los costos de análisis de laboratorio del Centro de Estudios y Control de Contaminantes (CESCCO), para hacer un enfoque más realista según el mercado (ver anexo 12).

Se dependió del horario de producción de la planta de lácteos, el cual no tiene una producción continua y el equipo es compartido con estudiantes durante realizan sus laboratorios, alargando el período de estudio de este sistema.

El estudio fue limitado por tiempo, por lo cual solo se dependió de 5 análisis por cada producto, pre y post implantación del sistema ARPCC. Por lo anterior no se pudo presentar un respaldo estadístico ideal para el proyecto.

1.5 OBJETIVOS

1.5.1 Objetivo general

Diseñar e implantar el sistema de “Análisis de Riesgos y Puntos Críticos de Control” (ARPCC), para la línea de producción de lácteos clasificados como mezclas, como es el caso del helado y del yogur, en la planta procesadora de lácteos de Zamorano.

1.5.2 Objetivos específicos

- Investigar las condiciones sanitarias relacionadas a la materia prima, equipo y procedimiento del proceso de helado y yogur, para posteriormente desarrollar recomendaciones.
- Elaborar un diagrama de flujo de todo el procesamiento del helado y del yogur.
- Identificar los riesgos potenciales de cada sección del proceso, para detectar puntos críticos de control (PCC) en el diagrama del proceso.
- Establecer los límites críticos para la medición preventiva para cada PCC, admitidos por la Organización Mundial de la Salud (OMS).
- Desarrollar un sistema técnico de monitoreo, para mantener a cada PCC dentro de los límites establecidos.
- Establecer acciones correctivas para cuando el monitoreo indique que el proceso ha traspasado los límites establecidos.
- Desarrollar un sistema de control de resultados para documentar el sistema ARPCC aplicado a los productos de mezcla.
- Implantar y verificar el sistema ARPCC.
- Comparar los datos obtenidos de la vida de cada producto, antes y después de implantar el sistema ARPCC.
- Explicar a los empleados de la planta de lácteos de Zamorano, de que manera se implantará el sistema ARPCC para cada producto.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 SISTEMAS DE CALIDAD

2.1.1 Origen

El Sistema de Análisis de Riesgos y Puntos Críticos de Control (ARPC), se abrió camino en el área de inocuidad de alimentos, al ser desarrollado de manera conjunta entre la Administración para la Aeronáutica y el Espacio (NASA), laboratorios del Ejército de los Estados Unidos y la compañía Pillsbury, quienes hacia finales de los años 60 y comienzos de los 70, iniciaron su aplicación en la producción de alimentos con requerimientos de "cero defectos" destinados a los programas espaciales de la NASA. Luego lo presentaron oficialmente en 1971 a deliberación durante la 1^{ra} Conferencia Nacional de Protección de Alimentos en Estados Unidos (Pearson y Dutson, 1996).

2.1.2 Descripción

Según INDULCOSA (2000) el sistema ARPC es una filosofía cuyo objetivo principal es garantizar la inocuidad de los alimentos para el ser humano. Se diferencia de los métodos clásicos en que, en lugar de sencillamente corregir los problemas después que estos ocurren, ARPC los anticipa procurando evitar su ocurrencia siempre que esto sea posible, o manteniendo el peligro dentro de parámetros aceptables para la salud del consumidor. Es decir mientras los métodos clásicos son correctivos, ARPC es un método preventivo.

Una cosa nos debe quedar bien clara, ARPC no es un sistema de control de calidad, porque su objetivo es asegurar la inocuidad, mientras que el objetivo de los diferentes sistemas de control de calidad se centra en la calidad comercial de producto. Es decir se ocupa de aquellos atributos del producto que hacen que el consumidor repita la compra.

Los beneficios de ARPC se traducen por ejemplo para quien produce, elabora, comercia o transporta alimentos, en una reducción de reclamos, devoluciones, reprocesos, rechazos y para la inspección oficial en una necesidad de inspecciones menos frecuentes y de ahorro de recursos, y para el consumidor en la posibilidad de disponer de un alimento inocuo.

Es más, ARPCC es compatible con sistemas de control total de la calidad, lo cual significa que la inocuidad, calidad y productividad pueden ser manejados juntos con los beneficios de una mayor confianza del consumidor, mayor lucro para la industria y mejores relaciones entre todos los que trabajaban por el objetivo común de mejorar la inocuidad y calidad de los alimentos, todo lo cual se expresa en un evidente beneficio para la salud y la economía de los países.

Y por encima de las consideraciones que hacen importante al sistema ARPCC para el comercio internacional de alimentos, hay que reconocer su valor inestimable para la prevención de las enfermedades transmitidas por alimentos, aspecto que resulta de particular importancia para los países en desarrollo que cargan con el peso de éstas y con la limitación cada vez mayor de sus recursos para el control de la inocuidad de alimentos (INDULCOSA, 2000).

2.1.3 Estado actual en el mundo

Según INDULCOSA (2000) la evolución del sistema ARPCC, luego de casi tres décadas de aparecer en el escenario de la inocuidad de alimentos y de su exitosa implementación en la industria de alimentos enlatados a mediados de los años 70, ha tenido sus mayores desarrollos en la década de los 90, con una aceptación creciente tanto en el sector privado de la industria de alimentos, como por parte de las autoridades reguladoras, estimulando mayor interés en la inocuidad de los alimentos en el primer caso y un cambio en los enfoques tradicionales de inspección en el segundo.

Canadá por su parte, introdujo en 1993 mediante esfuerzo conjunto con la industria pesquera, su programa Quality Management Program (QMP), una decisión que se considera el primer programa obligatorio de inspección basado en ARPCC en el mundo en virtud del cual cerca de 2000 planes ARPCC han sido aprobados. Ahora ese país avanza en la implementación de su Agriculture Canada's Food Safety Enhancement Program (FSEP), un sistema para el aseguramiento de la inocuidad de todos sus alimentos, que estimula la adopción del enfoque ARPCC.

En la Unión Europea la Directiva DIR/93/43 EEC, estableció en 1993 las reglas generales de higiene para los alimentos, sobre la base de los principios del sistema ARPCC, lo cual junto con el alto nivel de conocimiento de este y a su relación con sistemas de calidad basados en normas de la serie ISO 9000 (a diferencia de ARPCC no obligatorias en la Directiva), son algunas razones para que ARPCC tenga gran acogida entre la industria de alimentos y los gobiernos en esa comunidad.

La aplicación de ARPCC ha tenido notable desarrollo en el sector pesquero en especial en Canadá, Australia, Nueva Zelanda, Tailandia, Islandia, Dinamarca, Uruguay, Brasil, Ecuador, Chile y Estados Unidos entre otros, países que han

logrado extraordinarios progresos en su aplicación para apoyar la exportación de productos (INDULCOSA, 2000).

2.1.4 Puntos básicos para la implantación

Según FIDE (1997), la implantación del sistema ARPCC exige algunos prerequisites como las Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) y los Procedimientos Operacionales de Limpieza y Desinfección (POLD). Si lo anterior está bien establecido, el sistema requiere de los siguientes pasos preliminares:

2.1.4.1 Formar el equipo. La elaboración de un Plan ARPCC es una tarea que necesariamente debe ser abordada por un equipo multidisciplinario con conocimientos específicos y experiencia apropiada del producto en cuestión.

2.1.4.2 Describir el producto. Esta tarea suele ser más compleja de lo que aparenta, ya que no basta con el mero enunciado del producto. En lo posible debemos hacer una descripción más detallada del mismo, incluyendo sus ingredientes, las especies por su nombre científico, etc. También debe incluirse la forma de procesamiento, tipo de envase, modalidad del almacenamiento y distribución.

2.1.4.3 Identificar los usos del producto. Se debe considerar las expectativas de uso por parte del consumidor meta (jóvenes, adultos y sexo). Además presentar sugerencias de como consumir el producto, pero no necesariamente la forma en que este lo va a consumir.

2.1.4.4 Elaborar el flujograma. Este debe ser elaborado por el equipo, en la forma más detallada y completa posible. Por esto se necesita la concurrencia de todos los integrantes del equipo para poder contemplar todos los aspectos de la producción de una forma completa y minuciosa.

2.1.4.5 Verificación del flujograma en planta. Por detallado y completo que sea el flujograma elaborado en la mesa de discusión del equipo, este debe ser comprobado "in situ" ya que siempre se nos pueden pasar detalles que sólo viéndolos los identificaremos. No olvidemos que nuestro flujograma es la pieza clave para la confección del plan ARPCC.

2.1.4.6 Enumeración de los peligros. Debemos identificar todos los peligros (físicos, químicos y microbiológicos) que se presentan en el flujograma. Junto

con los peligros anotaremos las medidas preventivas correspondientes a cada peligro identificado. (FIDE, 1997).

2.1.5 Siete principios del sistema

Según FIDE (1997), el sistema ARPCC es una aproximación sistemática para la identificación, evaluación y control de la seguridad de los alimentos, basado en los riesgos; el sistema está estructurado por siete pasos, los cuales se mencionan a continuación:

2.1.5.1 Conducción del Análisis de Peligros. Identificación de los peligros significativos que pueden ocurrir en las diferentes etapas del proceso de un alimento, con significancia basada en la estimación de la severidad, o sea las consecuencias para la salud del consumidor y en el riesgo, entendido como la probabilidad de contaminación, crecimiento o supervivencia en el producto.

Se deberá estar seguro de que todos los peligros (entendidos como tales los agentes biológicos, químicos o físicos) que pueden contaminar un alimento, han sido identificados, lo que permitirá así prescribir las medidas de control efectivas para reducir o eliminarlos.

2.1.5.2 Determinación de los puntos críticos de control (PCC). Definidos como las etapas, prácticas, procedimientos, proceso o fase de una operación en la cual la pérdida de control puede traducirse en un riesgo inaceptable para la salud del consumidor, serán aquellos puntos del proceso donde estará centrada la atención durante el mismo para asegurar la inocuidad del alimento.

Los PCC definidos en el análisis, serán aquellos puntos del proceso en los que la aplicación de una medida de control elimina o reduce el peligro hasta un nivel aceptable, es decir hasta donde no signifique un problema de salud para el consumidor. Un buen análisis de peligros nos facilitará determinar las etapas realmente críticas para la inocuidad del producto, ya que en la práctica lo deseable es mantenerlos en un mínimo, tal que sea posible dar la máxima atención a las medidas preventivas esenciales para la inocuidad.

2.1.5.3 Definición de los Límites Críticos. Después de determinar los PCC, es necesario definir los criterios de control con base en los cuales las medidas preventivas se pondrán en ejecución, criterios también conocidos como Límites Críticos (LC), los que marcarán la diferencia entre lo aceptable y lo inaceptable para la inocuidad del alimento, lo que quiere decir si estamos dentro o fuera de control.

2.1.5.4 Monitoreo de Puntos Críticos de Control. El monitoreo constituye la vigilancia mediante observación, medición y análisis sistemático y periódico de los LC en un PCC, para proporcionar información la cual será base para la correcta aplicación de las medidas preventivas y de que el proceso se desarrolla dentro de los criterios de control definidos.

Este paso ayuda a garantizar la vigilancia del PCC en el proceso, detectar rápidamente una pérdida de control en un PCC mediante un resultado rápido, proporcionar la información con la oportunidad necesaria para su uso proactivo en la toma de acciones correctivas y con fines de documentación y verificación del sistema.

2.1.5.5 Establecer las acciones correctivas. Cuando los resultados del monitoreo indican una desviación por fuera de los LC en un PCC, procede la toma de acciones correctivas. Debido a que la filosofía de ARPCC tiene fundamento en prevenir la ocurrencia de los peligros, es lógico deducir que las acciones correctivas tendrían que ser definidas antes que nada para evitar desviaciones de los LC, es decir para no perder el control en un PCC.

Pero como siempre es posible que se pierda el control, nos colocamos ante la necesidad de incluir en el Plan ARPCC acciones tanto para prevenir, como para corregir desviaciones. Las primeras serán sin duda, las que nos brinden la mayor seguridad de que el alimento será inocuo.

Una clara definición de las acciones correctivas en el Plan, y la designación de un responsable debidamente entrenado y que de preferencia haya participado de la elaboración del plan, evitará que sean tomadas subjetivamente y así mismo despejará las dudas y confusiones cuando sea imprescindible tomarlas.

2.1.5.6 Establecer un sistema de registros y documentación. Quizás una de las diferencias marcadas entre un enfoque sistemático como lo es ARPCC y los sistemas tradicionales de control, radica en la utilidad de la información derivada de su aplicación, para servir no sólo como soporte documental de las acciones ejercidas para controlar los PCC, sino como instrumento para la toma de decisiones al poder ser usada con carácter proactivo para anticiparse a la ocurrencia de los peligros.

Algunos beneficios de los registros como, evidencia documentada del control en PCC, permiten un seguimiento retrospectivo y prospectivo del proceso y del alimento, constituyen prueba en casos de litigio, facilitan la verificación del Plan ARPCC, facilitan la gestión en los aspectos relacionados a la inocuidad y el desarrollo de productos.

2.1.5.7 Establecer procedimientos para verificación. Un punto trascendental de la aplicación de ARPCC, donde tanto la empresa a la cual cabe la responsabilidad de garantizar la inocuidad de sus alimentos, como la autoridad oficial a quien compete la responsabilidad de controlar los planes de garantía de la inocuidad desarrollados por el productor, evalúan el funcionamiento del Plan ARPCC y el cumplimiento de lo prescrito en la documentación que lo soporta.

La verificación adquiere así una doble utilidad tanto para el procesador que tiene con éste instrumento la confirmación sobre la producción inocua de sus productos ; pero la tiene también para la inspección oficial al permitirle reorientar sus políticas de control y buscar una mayor eficiencia en el cumplimiento de su compromiso de velar por la inocuidad de los alimentos para consumo de la población (FIDE, 1997).

2.2 MICROBIOLOGÍA Y TRATAMIENTO TÉRMICO

En 1989, Banwart aseguró que los microbiólogos están concientes de las reacciones bioquímicas de los microorganismos en los alimentos, los cuales pueden resultar en daños como pudrición y fermentación de los alimentos, causando riesgos para la salud humana. Determinando la cantidad, tipo, fuente de microorganismos asociados con los alimentos y factores que afectan su multiplicación, se pueden analizar sistemas o métodos para controlarlos. Sin embargo, no podemos depender de solo esto, necesitamos estudiar aspectos como las características químicas, físicas de los alimentos y varios atributos referentes a calidad, que pueden ser afectados por el proceso seleccionado para control microbiano. Para mayor información, el Anexo 9 presenta las propiedades químicas de la leche y los cambios que sufre durante la pasteurización, considerando sus proteínas, grasa, vitaminas y sales minerales.

La pasteurización es un tratamiento térmico creado por el químico francés Louis Pasteur, el cual es determinado por usar temperaturas por debajo de los 100°C. Generalmente este método es aplicado para inactivar tipos o grupos específicos de microorganismos, porque hay tal variedad de microorganismos que algunos pueden ser muertos pero otros pueden ser solo atenuados, o hasta ser estimulados para la germinación de sus esporas.

Productos animales como la leche tienden a poseer las bacterias similares como la carne, en general pueden presentar diferentes riesgos tanto para el producto como para la salud humana, como ejemplos son *Staphylococcus* (enterotoxinas, coagulasa, nucleasa estable al calor), *Micrococcus* (deterioro, rancidez, agrio), *Brevibacterium* (enzimas proteolíticas, ácidos grasos) y *Bacillus* (deterioro y viscosidad); pero se han encontrado también *Lactobacillus* (deterioro por acidez y ligocidad), *Coliformes* (diarreas, fiebre, nauseas y vómitos), *Salmonellae* (fiebre entérica, gastroenteritis, septicemia) y *Clostridium perfringens* (deterioro,

tétano y gangrenas). Mohos como *Aspergillus* (deterioro por acidez, aflatoxinas), *Fusarium* (fitopatógeno, micotoxinas y alergias) y *Penicillium* (deterioro en vegetales, infecciones pulmonares y urinarias), son encontrados en productos deshidratados. Varios géneros de levaduras son encontrados en productos que contienen cantidades considerables de azúcar (Banwart, 1989).

Según Gómez (1996) las bacterias pueden dividirse en las siguientes categorías, según su rango de temperaturas óptimas de multiplicación:

- Bacterias siccótrofas: tolerantes al frío, 7°C o menores.
- Bacterias siccófilas: prefieren el frío, por debajo de los 20°C.
- Bacterias mesófilas: prefieren temperaturas medias, entre 20 y 44°C.
- Bacterias termófilas: prefieren el calor, entre 45 y 60°C.
- Bacterias termodúricas: resistentes al calor, 70°C o mayor.

Las bacterias siccótrofas son de interés particular para la industria láctea, porque la actividad microbiológica de la leche fresca y de la leche pasteurizada tiene lugar a temperaturas de 7°C o inferiores, durante su almacenamiento.

Las bacterias se pueden transferir a un medio con suficientes nutrientes, con una temperatura favorable, concentración de sal y pH adecuados, con el fin de realizar un recuento aproximado de bacterias. Entonces comenzarán a crecer y reproducirse. Por conveniencia, las bacterias se cultivan sobre medios sólidos denominados agares, que consisten en una especie de gel, como una sustancia semidura. Los nutrientes requeridos son añadidos al agar y las bacterias se extienden sobre su superficie utilizando los nutrientes, luego comienzan a crecer y a reproducirse (Gómez, 1996).

Cada bacteria individual se multiplica sobre la superficie del agar en un racimo de bacterias, todas descendientes de la primera progenitora. Este racimo, conocido como colonia, contendrá varios millones de bacterias. Las colonias que tienen más de cientos de miles son visibles a simple vista. Mediante diluciones de la muestra original es posible hacer un recuento de bacterias. La apariencia de las colonias varía en función de la cepa de bacteria, el tipo de agar y los tipos de nutrientes utilizados. Mediante el uso de medios de agar selectivos, que permiten crecer sólo a grupos específicos de bacterias, es posible poner de manifiesto la presencia de distintos tipos de bacterias (Gómez, 1996).

2.2.1 Productos Congelados

Vanderzant y Splittstoesser (1992) enfatizaron que el contenido microbiano de los productos congelados, refleja la calidad de los ingredientes utilizados para la elaboración, porque la mezcla de leche y la crema normalmente al ser pasteurizada contienen bajo contenido de microbios (<100 UFC/ml), así la única posibilidad de supervivencia es de los termodúricos. Otra fuente de

contaminación puede ser el uso de equipo mal desinfectado, incorporación de aire y el mismo personal.

La calidad de la superficie de la mezcla en productos congelados, es deteriorada cuando se almacenan por períodos extensos, particularmente cuando se excede el rango de temperaturas de refrigeración, antes de congelar; como ejemplo de esto son las intoxicaciones por *Staphylococcus*. Aún cuando no hay crecimiento de muchas bacterias en temperaturas de congelación, existen algunas que pueden sobrevivir en los helados de crema como *Listeria monocytogenes* y cuando se usa huevo crudo, puede sobrevivir la *Salmonella* (Vanderzant y Splittstoesser, 1992).

2.2.2 Productos Fermentados

En el caso del yogur, las bacterias utilizadas para la acidificación del mismo son de características termofílicas y normalmente producen un pH menor de 4.5, esto previene el crecimiento de microorganismos patógenos y los que dañan el producto. Aún con esta característica del medio, existen microorganismos que toleran alta acidez como los hongos y levaduras; en el caso de los coliformes, si están presentes, declinarán rápidamente durante el proceso de incubación (Vanderzant y Splittstoesser, 1992).

2.2.3 Aditivos

En 1997, Jay aseguró que la carga microbiana de los ingredientes industriales depende de la materia prima, proceso de fabricación y de la actividad de agua (a_w) del producto final, la cual depende al mismo tiempo de las características del almacenamiento. El problema comienza cuando estos ingredientes son materia prima de otros alimentos, a los cuales no se les aplica un tratamiento térmico adecuado y contienen un porcentaje elevado de humedad.

En el azúcar de caña cristalizada y los almidones en polvo, el crecimiento de los microorganismos es limitado por su baja actividad de agua (a_w), pero pueden existir inactivos varios microorganismos como *Bacillus stearothermophilus*, *B. coagulans*, *Clostridium thermosaccharolyticum*, *C. nigrificans*, ciertas bacterias mesófilas, levaduras y mohos.

En la cocoa en polvo, la carga microbiana depende del proceso de fermentación y el tratamiento térmico como el tostado, predominando las levaduras como *Candida krusei* (deterioro de vegetales, diarrea) y *Geotrichum candidum* (deterioro de productos lácteos o refrigerados), también bacterias productoras de ácido láctico *Salmonella*, *Enterobacteriaceae* (Jay, 1997).

La microflora de la leche en polvo consiste básicamente en *micrococcis* y *Streptococcis termodúricos* (deterioro por acidez, indicador de contaminación fecal), *corynebacteria* y formadores de esporas aeróbicas. Las contaminaciones ambientales pueden ocasionar poblaciones importantes de *Salmonella* (Vanderzant y Splittstoesser, 1992).

2.2.4 Cultivos Lácticos

El bajo pH del cultivo láctico (< 4.5) generalmente previene el crecimiento de organismos patógenos y descomponedores, pero cuando no hay control en la producción de ácido láctico el pH varía y puede dejar crecer mohos y levaduras los cuales toleran estas condiciones, siendo ambos los principales problemas de deterioro (Vanderzant y Splittstoesser, 1992).

Como información alterna, el Anexo 8 explica detalladamente el proceso de elaboración del cultivo láctico.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 RECURSOS TÉCNICOS

La investigación se realizó en el laboratorio de análisis microbiológicos de la planta de lácteos de Zamorano (valle Yeguaré, Honduras). Este posee el equipo y los materiales indispensables tales como: medios de crecimiento, platos petri, incubadoras, autoclaves, stomacher, calentadores para baño maría, hisopos estériles, termómetros, pipetas y otros. Es aquí en donde se puede presentar alto riesgo de contaminación microbiana en los productos.

Para el tratamiento térmico de las mezclas de cada producto, se cuenta con dos pasteurizadores, uno de 600 litros y otro de 200 litros, ambos trabajan por tandas, un homogeneizador y un intercambiador de calor de placas.

3.2 RECURSOS HUMANOS

La planta de lácteos cuenta con un personal calificado para diferentes áreas de producción, quienes han recibido entrenamiento sobre como aplicar los principios del sistema ARPCC. Las secciones comprendidas por los mismos son: operaciones, aseguramiento de calidad, ingeniería, sanitización, abastecimiento, distribución, mercadeo, ventas y expertos en análisis de riesgos. Todos ellos forman parte del equipo ARPCC (detallados al principio del plan).

3.3 VARIABLES A MEDIR

Para investigar las condiciones sanitarias del proceso de los productos de mezcla, fue necesario utilizar el método SWAB (hisopos estériles), equipos como platos petri, medios de cultivo (agar), incubadoras y otros más que posee el laboratorio de la planta procesadora de lácteos; todo esto es relacionado con la identificación y cómputo de los microorganismos que tengan el potencial de ocasionar enfermedades o deteriorar el producto.

El estudio se enfocó desde la recepción de la materia prima, tomando en cuenta todos los ingredientes utilizados para la elaboración de cada producto lácteo, hasta la colocación del producto en el puesto de venta de zamorano; de esta manera podemos verificar si la duración del producto, es el adecuado o no al estipulado por la calidad del proceso.

Se estudió todo el proceso detenidamente, para elaborar el diagrama de flujo de la producción, esto implicará tanto recolectar la información técnica del encargado de la planta, como la verificación en el procesamiento real. Al comprobar ambos casos se procedió al análisis de los riesgos potenciales de cada uno de los puntos implicados en el diagrama.

Posteriormente se indicó cuales de estos riesgos representaron puntos críticos de control en el proceso, buscando prevenir, eliminar o reducir esos riesgos potenciales; esto implicó un monitoreo de temperatura y tiempo en el proceso, contaminación biológica (microorganismos patógenos) y consideración teórica de la química (aflatoxinas y micotoxinas) y física (partículas de metal, madera, vidrio y otros) de los alimentos.

Se definió cuales son los límites críticos para cada PCC, tomando como base los establecidos en el Centro de Estudios y Control de Contaminantes (CESCCO), la cual funciona para Honduras en Tegucigalpa. Este centro es regido por las normas establecidas por la Organización Mundial de la Salud (OMS).

El sistema de monitoreo técnico fue estructurado por los procedimientos y formatos de control plasmados en papel, para cada uno de los puntos críticos encontrados en el proceso; estos permitieron al operador conservar toda información necesaria, para que el encargado de la planta disponga de un buen recurso para el análisis del funcionamiento del equipo, cumplimiento del proceso requerido por parte del operador, prevención de envío de producto mal procesado, o para monitorear los puntos críticos especificados para el proceso.

Se implementó el sistema ARPCC cuando todos los factores antes mencionados estuvieron cumplidos; posteriormente fue presentado en forma resumida a todos los empleados y cursantes de la planta, para obtener mayor entendimiento y lograr la mejor aplicación del sistema en cada producto.

Al final se verificó que el sistema estaba funcionando y en caso contrario se preparó un plan de ajustes al sistema tanto para el equipo, el procesamiento, transportación, manejo en el puesto de venta y en caso necesario del mismo sistema desarrollado.

3.4 TOMA DE MUESTRAS

Se realizó una estrategia de muestreo buscando un balance entre costos y representatividad, exclusivamente para el análisis microbiológico. Esta consistió en que el muestreo tomará como punto de partida el tratamiento térmico de cada producto, considerando así solo los microorganismos que sobrevivan a esta etapa y las contaminaciones posteriores al proceso; con esto se logrará disminuir el número de muestreos en las secciones del flujograma.

Para lograr mayor entendimiento de esta estrategia, a continuación se analizan los cuatro posibles resultados del tratamiento térmico, en dos grupos principales:

- 1) No realizamos muestreos pre tratamiento térmico:
 - a) Si no se presentase la supervivencia microbiana al tratamiento térmico.
 - b) Si el cómputo de microorganismos que pueden dañar al producto, estuviese muy por debajo de los límites aceptables.

Con estas dos opciones no habría justificación, para gastar en muestreos en las etapas anteriores al tratamiento térmico y menos en invertir tiempo para analizarlos.

- 2) Sí realizamos muestreos pre tratamiento térmico:
 - a) Si existiese la supervivencia térmica de los microorganismos, que representan un peligro extremo para la salud humana.
 - b) Si el cómputo de microorganismos que pueden dañar el producto, sobrepasa los límites permitidos.

Con estas dos últimas opciones, obligatoriamente se analizarían las secciones anteriores al tratamiento térmico, para decidir cuales puntos representan mayor riesgo de contaminación y así realizar los muestreos necesarios.

Los métodos utilizados para realizar los muestreos, fueron los mismos que utiliza CESCO para comprobar el grado de contaminación microbiana, en los productos elaborados a nivel nacional, con diluciones que dependieron del historial de la carga microbiana de los productos, según los registro de la planta de lácteos de Zamorano.

Los medios utilizados fueron los siguientes:

- “Plate Count Agar” (PCA), método estándar para analizar el cómputo de colonias totales de bacterias.
- “Violet Red Bile Agar” (VRBA), para conteo de bacterias de coliformes.
- “Patato Dextrose Agar” (PDA), para el conteo de mohos y levaduras.

3.5 PRESUPUESTO

El presupuesto sufrió modificaciones según se encontraba la necesidad de analizar nuevos aspectos no previstos, como se mencionó en el anteproyecto; también dependió de los PCC determinados a los procesos de cada producto.

Para proyectar más realismo, se utilizaron los precios por servicio del Centro de Estudios y Control de Contaminantes (CESCO), esta es la institución residente en Tegucigalpa, encargada de la microbiología y análisis de contaminantes en los alimentos en Honduras. El objetivo fue usar costos de oportunidad.

Todo el plan del presupuesto se hizo por duplicado, para lograr hacer la comparación entre los productos de antes y después de la implementación del sistema ARPCC. Aún cuando la supervivencia térmica representó un riesgo potencial muy bajo para la seguridad del producto, los ingredientes se analizaron dos veces, buscando el origen de los mismos. El ambiente, el agua de la llave y los envases fueron analizados como análisis alternos, los cuales ayudaron para las decisiones y recomendaciones. Además se encontraron algunos PCC después de la pasteurización y en el puesto de ventas (almacenamiento), esto aumentó el número de muestras y por ende el presupuesto. Todo lo anterior se detallará en la sección de resultados.

Para los análisis bacteriológicos siempre se hizo muestreos por duplicado por ambos productos (helado y yogur). Se hizo un muestreo semanalmente durante 10 semanas, para 5 muestreos previos al sistema y 5 muestreos después del ARPCC para cada producto, entonces se analizaron al menos 10 tandas de cada producto para los fines estadísticos. De esta manera se podrá detectar una diferencia significativa entre ambos tratamientos pre y post ARPCC.

Para mayor entendimiento de los muestreos antes explicados, en el cuadro 41 se presenta el presupuesto de la tesis y los precios provienen de la información presentada por CESCOO mostrado en el anexo 12.

3.6 PLAN ARPCC

El desarrollo del plan ARPCC en este proyecto presenta un enfoque sistemático, detallando los diferentes pasos que se llevaron a cabo para su diseño. El anexo 1 presenta toda la información del sistema, en donde se hace referencia a los cuadros, figuras y anexos que lo respaldan. Estos son presentados al final del documento, debido al tamaño y complejidad de los mismos (use los índices como guía). Para lograr un mejor entendimiento del proyecto lea el anexo 13, este muestra un glosario de términos y palabras claves al respecto.

Los muestreos microbiológicos fueron tomados originalmente en mililitros, pero en los anexos son presentados en gramos por ser el sistema estándar para los productos lácteos como helado y yogur (ver los anexos 2 - 7). Esta conversión es explicada en el anexo 10.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 SITUACIÓN INICIAL EN LA PLANTA DE LÁCTEOS

La ubicación de la planta de lácteos proporciona un ambiente no apropiado para la agroindustria, porque está rodeada por lotes de ganadería, planta de proceso de concentrados y ensilajes para el mismo ganado. Esto origina contaminación ambiental, por la existencia de partículas y microorganismos de todo tipo suspendidos en el aire.

El diseño de la planta presenta errores como las múltiples vías de acceso a la sala de producción, porque por medio de esta se comunican las diferentes secciones; ausencia de acceso directo al despacho del producto (cruzan las cámaras frías fluctuando la temperatura), ausencia de un pasillo contiguo (pero separado) a la sala de producción para las visitas, sistema de extracción de aire anticuado careciente de filtros para el aire y flujo de aire excesiva en las bodegas de los ingredientes.

Aunque el personal ha recibido capacitación sobre las BPM y POLD, no se ha logrado concientizar lo suficiente sobre su importancia. Fallas como manipulación de artefactos ajenos al proceso durante el mismo, salida de la planta y reingreso del personal (incluso al establo) con el mismo uniforme especial para el procesamiento, lodo en los accesos de la planta por botas sucias y uniformes desabrochados sin uso de camisetas. Además, no hubo personal contratado exclusivamente para el aseo de la planta, en las secciones como los alrededores, laboratorios, baños, bodegas, oficinas, etc.

La limpieza y desinfección del equipo para el proceso siempre fue minucioso, el problema real a esto es la contaminación ambiental, por el sistema de extracción de aire y el tipo de techo machihembrado (tablas unidas por ranuras) el cual sufre contracciones originadas por los cambios de temperatura de la madera, lo que permite el acceso de partículas presentes en el techo (incluso insectos).

Por lo anterior no se analizó la superficie de la maquinaria sino el ambiente mismo, por medio de placas de sedimentación del aire, los cuales demostraron alta contaminación según el cuadro 36 del anexo 7. Fueron analizadas cuatro secciones del plantel incluyendo los laboratorios, en donde se comprobó que los aparatos de aire acondicionado, están tan sucios que contaminan aún más el ambiente, afectando los análisis microbiológicos.

La rotación de grupos de estudiantes, hace que la capacitación sobre las BPM y POLD sea pasajera; la calidad del producto depende del procesamiento aplicado por operarios temporales (estudiantes) aún cuando son supervisados por los empleados. Por ejemplo los sellados de los envases son muy irregulares.

4.2 ANÁLISIS DEL PROCESO DE ELABORACIÓN

A continuación se describen las etapas en donde se observó alguna variación al proceso ideal del producto, también los detalles de los cambios realizados para corregirlos. Recomendamos revisar detenidamente la sección “Descripción del Proceso” del Anexo 1, para la comprensión de los resultados siguientes.

4.2.1 Helado de Crema

4.2.1.1 Pasteurización: La temperatura se bajó de 75°C a 72°C, para ahorrar energía y disminuir costos, porque la mayoría de los microorganismos importantes tienen un promedio de resistencia de 45°C y un máximo de 70°C, con excepción de los termodúricos que pueden resistir hasta 105°C; la clave del control de este grupo es la conservación del producto a bajas temperaturas, porque el crecimiento de los termodúricos se detiene cuando baja a menos de 35°C (Banwart, 1989).

4.2.1.2 Maduración: Debido a la ausencia de un acceso directo al despacho del producto, los empleados y estudiantes cruzaban las cámaras frías, esto ocasionaba fluctuaciones en la temperatura y contaminación de la mezcla, porque los tambos de maduración no poseían tapas herméticas.

4.2.1.3 Envasado: existe la posibilidad de contaminación cruzada, como lo menciona el anexo 1. Un problema adicional es cuando por fuera del envase se derrama con el mismo producto y encima se realiza un mal sellado con la tapa, lo cual puede ocasionar contaminación. Se recomendó evitar esta situación por ser una mala práctica de manufactura, aún cuando la temperatura de almacenamiento es tan baja, que la proliferación de los microorganismos es limitada.

4.2.1.4 Endurecimiento: la temperatura ideal es de -17.8°C a -26.0°C, pero la temperatura usada en Zamorano es -12°C y es suficiente (Gómez, 1996).

4.2.1.5 Almacenamiento: la temperatura ideal es desde -23°C a -26°C , pero en Zamorano se usa -12°C porque no se almacena el producto por mucho tiempo. Se recomendó disminuirla al menos a -15°C por la resistencia de las bacterias sicrótrofas, porque su crecimiento se detiene a partir de -15°C (Banwart, 1989). Además no se ordenaba de manera vertical los envases, cuando se agrupaban en canastas para guardarlas en los cuartos fríos (prácticamente se tiraban), se recomendó apilarlos bien y no golpear la canasta.

4.2.1.6 Transporte al mercado: el puesto de ventas y los comedores de Zamorano, no disponen todo el tiempo de camiones con refrigeración, por esto se recomendó coordinar el uso del único camión refrigerado, usando al menos temperaturas bajo 0°C y a los cargadores se les explicó cual es el trato correcto para el producto.

4.2.2 Yogur Batido

4.2.2.1 Pasteurización: se concluyó que no es necesario una temperatura tan alta como 88°C , por esto se bajó a 82°C para evitar sabor a cocido, ahorrar energía y disminuir costos. Con 10 grados mayor al tratamiento aplicado a la mezcla de helado de crema, se obtiene una mezcla con baja supervivencia de microorganismos, los cuales podrían proliferarse en etapas posteriores. A 82°C se desnaturaliza entre 70 - 80% de las seroproteínas, suficiente para lograr buena calidad del cuajado del yogur (Gómez, 1996). Otros objetivos son:

- Disminución total de los microorganismos, o a niveles aceptables.
- Mejorar la viscosidad de la leche, cuando hay efecto del cultivo láctico.
- Asegurar que el coagulo del yogur terminado sea firme.
- Reducir el riesgo de sinéresis (separación del suero del producto final).

4.2.2.2 Inoculación: el proceso es realizado de la forma correcta, como se explica la "Descripción del proceso" en el anexo 1. El problema fue durante el almacenamiento del cultivo láctico antes de inocular a la mezcla. El cultivo es procesado en botes Erlenmeyer y almacenados en una refrigeradora de 6 pies, en donde se almacenan también muestras de tesis, alimentos, reactivos, instrumentos, etc. Esto representa un lugar inseguro para el cultivo, por el número de personas que accesan con gran frecuencia por diferentes intereses. Sugerimos conseguir un refrigerador exclusivo para los cultivos lácticos.

4.2.2.3 Incubación: Para conseguir condiciones óptimas, la temperatura de mantenimiento se bajó de 45°C a 43°C , para conseguir una proporción de cocos:bacilos entre 1:1. Posteriormente se recomendó descender desde 43°C hasta $15 - 22^{\circ}\text{C}$, dentro de una hora después de la obtención de la acidez ideal,

es decir 0.5% ATECAL o un pH de 4.2 - 4.5, con esto se busca detener el desarrollo posterior de bacterias y el aumento de la acidez. Es importante la verificación de la temperatura ideal durante el tiempo requerido.

4.2.2.4 Envasado y sellado: siguiendo las mismas indicaciones para el helado, en este caso es relevante la proliferación de mohos y levaduras, porque son resistentes a la acidez y temperatura de almacenamiento del yogur. Por lo anterior el sellado del envase es muy importante. Se recomendó colocar la filmina de polietileno lo mas horizontal posible, para lograr un sellado uniforme al aplicarle calor.

4.2.2.5 Almacenamiento: algunos microorganismos podrían crecer con la temperatura ideal de refrigeración del yogur (5°C), pero no todos resisten su acidez. Por esto la temperatura de pasteurización es más elevada que la del helado de crema. Por todo lo anterior, se recomendó evitar al máximo las contaminaciones en las etapas posteriores, además a bajas temperaturas (cero - 5°C) la fermentación de carbohidratos es inhibida y no hay formación de ácidos, pero las organismos proteolíticos y lipolíticos pueden crecer produciendo defectos en el alimento (Banwart, 1989).

4.2.2.6 Transporte: se recomendó controlar la temperatura, para mantener inactivos los microorganismos del producto, y darle un trato adecuado a los envases.

4.3 SEGURIDAD E INOCUIDAD ALIMENTARIA

Por medio de la implantación del sistema ARPCC, se han considerado estos dos conceptos en todas las etapas del proceso de cada producto. Aunque se dio un enfoque mayormente microbiológico, debido a la falta de equipo necesario para analizar la parte física y química de los alimentos, se ha considerado en lo posible de la siguiente manera:

4.3.1 Presencia de partículas extrañas al alimento

Los ingredientes utilizados por Zamorano, son productos certificados por sus fabricantes, considerándolos como libres de cuerpos ajenos al producto; durante el desarrollo del sistema ARPCC, no se observó un peligro con riesgo considerable en cada proceso. Según el historial en la planta de lácteos, nunca se ha presentado casos de ingestión de esas partículas, ni la hospitalización de un consumidor a causa de ellos. Para mantener el control se debe evitar recibir recipientes averiados.

4.3.2 Cantidad de toxinas producidas por microorganismos

Todos los ingredientes utilizados son revisados por su fecha de elaboración y caducidad, esto descarta la posibilidad del uso de ingredientes descompuestos y con sustancias dañinas. A pesar que el análisis microbiológico de los productos lácteos demuestra un buen procedimiento de elaboración (ver anexos 2 al 5), siempre se analizaron los ingredientes con el objetivo de conocer la posibilidad de producción de tóxicos microbianos.

El análisis de los ingredientes presentados en los cuadros 31, 33 y 35 del anexos 6, fueron realizados en dos fechas; el 28 de Junio representa a los sacos abiertos que estaban en uso y presentaron las peores condiciones a comparación con los analizados el 3 de Julio, los cuales corresponden a los sacos sellados sin utilizar.

Es evidente que los ingredientes ya traen consigo una carga microbiana, pero están en un promedio aceptable dentro de los estándares establecidos (ver cuadro 32), excepto la cocoa en polvo por tener mucha carga en recuento total.

Al analizar los coliformes totales en los sacos en uso, solo la leche descremada en polvo fue la menos susceptible. En el recuento total de colonias, la peor fue la cocoa en polvo y luego el azúcar granulada. En recuento de mohos y levaduras los peores fueron la leche descremada en polvo y los estabilizadores.

Para determinar la cantidad de toxinas presentes en un alimento, es necesario hacer pruebas químicas, u obtener relaciones directas y confirmadas entre la carga microbiana de una especie y la cantidad producida por ella. Por ejemplo se dice que *Staphylococcus aureus* con poblaciones de 10^5 - 10^6 podría producir la cantidad suficiente de toxinas, para producir síntomas de intoxicación de origen alimentario, y eso representa cantidades de 0.015 - 0.357 μg de enterotoxina por kg de peso corporal para enfermar. Realmente es muy difícil encontrar este tipo de datos para cada especie, por tanto es muy difícil determinar sin el equipo apropiado para análisis químico (Banwart, 1989).

4.3.3 Resultado del análisis microbiológico para cada producto

Se realizaron análisis antes de la implantación del sistema ARPCC (ver anexos 2 y 4) y después de este (ver anexos 3 y 5), los cuales demostraron que el proceso realizado en la planta de Zamorano es bueno en ambos productos. A medida que se explicaba a los operarios la importancia del proceso, la carga microbiana del producto fue disminuyendo. En algunos casos resultó "insuficiente" porque se consideró que sobrepasaba el límite permitido, al mismo tiempo fueron calificados como "estimado", esto significa que no hubo suficiente contaminación para presentar datos aproximados.

En el muestreo del helado realizado antes de implantar el sistema ARPCC (ver anexo 2), se observó que el proceso siempre fue muy bueno, lo mismo se obtuvo en los muestreos realizados después del sistema ARPCC (ver anexo 3). Es importante notar que la carga microbiana del producto fue disminuyendo según la secuencia de muestreo, esto indica que el operador fue tomando conciencia del sistema.

En el muestreo del yogur realizado antes de implantar el sistema ARPCC (ver anexo 4), también se observó que el proceso siempre fue muy bueno, igual resultó en los muestreos realizados después del sistema ARPCC (ver anexo 5). Otra vez, la carga microbiana del producto fue disminuyendo según la secuencia de muestreo, esto indica que el operador tomó conciencia del sistema.

A pesar que en algunos ingredientes analizados presentaron alto contenido microbiano, como el azúcar granulada y la cocoa en polvo (ver anexo 6), el análisis de las mezclas resultó satisfactorio debido al buen tratamiento térmico.

En los muestreos de los productos almacenados en el puesto de ventas, se observó que en el caso del helado no presentó problemas de contaminación. En el caso del yogur hay una contaminación reducida por mohos y levaduras antes de la implantación del sistema ARPCC, la razón es porque toleran la temperatura de almacenamiento (4°C) y la acidez del producto final (0.5% ATECAL). Posterior al sistema se observa que la carga microbiana descendió.

En el caso de las pruebas de los medios y del agua destilada, se concluye que existe una gran probabilidad de contaminación ambiental, por esto tomamos como válido los datos obtenidos de las placas analizadas con muestras de productos, aún cuando el parámetro es cero UFC/g.

4.4 PLAN ARPCC

En el anexo 1 se describe el desarrollo del plan ARPCC diseñado para helado y yogur. Resumiendo se puede decir que en el proceso del helado se definió solo un punto crítico de control, detectado en el sistema de pasteurización por tandas, debido a que este paso fue creado directamente, para eliminar o reducir el riesgo de un peligro de contaminación a un nivel aceptable.

En yogur se determinaron 2 PCC, el primero es en el sistema de pasteurización por tandas, el segundo es durante el envasado. Para mayor detalle de estos revise el anexo 1 en la sección "Análisis de los Puntos Críticos de Control".

5. CONCLUSIONES

El helado de crema y el yogur batido de Zamorano, son seguros e inocuos. Todos los procesos de elaboración incluidos en los flujogramas de ambos productos, se realizan dentro de las normas establecidas.

El plan ARPCC benefició en gran manera al proceso del helado de crema y del yogur batido, porque ayudó a detectar algunas deficiencias básicas en las que no se había logrado conciencia principalmente por los operadores, como en los prerrequisitos del sistema como las Buenas Prácticas de Manufactura y en algunos casos especiales en los Procedimientos Operacionales de Limpieza y Desinfección; gracias a las recomendaciones presentadas por este proyecto posteriormente pudieron ser superadas con satisfacción.

El aumento de la carga microbiana en los sacos en uso, es atribuido a la contaminación por la manipulación, el mal aseo de la bodega y al ambiente contaminado, empeorado por el gran flujo de aire existente.

La implementación del sistema ARPCC, comprobó que la planta de lácteos tiene problemas considerables en el ambiente principalmente en el aire contaminado, aún así la calidad de los productos zamoranos es aceptable, pero esto representa un peligro con un riesgo potencial si la contaminación se excede y afecta las etapas del proceso posteriores al tratamiento térmico.

El establecimiento del sistema ARPCC redujo la carga microbiana del helado y también del yogur, asegurando aún más la inocuidad de los productos.

Dentro de los márgenes establecidos por este estudio, se comprueba que los productos que salen de la planta de lácteos, permanecen en buen estado para el consumo. Los casos de productos reportados por los comedores y el puesto de ventas, pueden ser originados por mal estado del equipo de conservación o por no cumplir completamente con las normas de buen trato del producto durante su transporte.

6. RECOMENDACIONES

Uno de los métodos recomendados para el control microbiológico del aire de la planta, es mover el aire de áreas limpias hacia áreas sucias, o usar presión positiva del aire en las áreas limpias, para causar la salida del aire cuando una puerta se abra, pero siempre el aire deberá ser filtrado para evitar partículas contaminadas.

El control de los puntos críticos es indispensable para asegurar el buen funcionamiento del sistema implantado, por lo que se recomienda concientizar constantemente a los operarios y demás miembros del equipo ARPCC, para lograr los objetivos y aplicar los pasos de monitoreo descritos en el plan ARPCC.

Aunque con el sistema ARPCC se logra cierta independencia de los análisis microbiológicos, se recomienda realizarlos periódicamente cada 3 - 4 semanas, construir un laboratorio especializado para este fin, con intercambio de aire por medio de flujo laminar y contratar personal especializado en esta área.

Es necesario reforzar y verificar los procedimientos operacionales de limpieza y desinfección, para esto sería ideal contratar a dos personas que entiendan su importancia, para ubicarlos en la planta de lácteos y el laboratorio de alimentos.

Para asegurar la conservación de los productos sin importar su destino, es necesario utilizar los formatos de monitoreo para los PCC en el procesamiento de helado de crema y yogur batido en los cuartos fríos de los diferentes establecimientos. Además realizar la verificación semestral o anual de todos los puntos descritos por el sistema implantado.

7. BIBLIOGRAFÍA

- BANWART, G.J. 1989. Basic Food Microbiology. 2 ed. New York, USA. Chapman & Hall. 773 p.
- CENTRO DE ESTUDIOS Y CONTROL DE CONTAMINANTES, C.E.S.C.C.O. (2000, Honduras). Información solicitada al coordinador del laboratorio, Lic. Gilberto Padilla.
- FAO (Italia). 1992. Manual of Food Quality Control. Rev.1. 338 p.
- FORSYTHE, S.J. AND HAYES P.R. 1998. Food Hygiene, Microbiology and ARPCC. 3 ed. Maryland, USA. Aspen Publishers. p 276 - 281.
- FUNDACIÓN PARA LA INVERSIÓN Y DESARROLLO DE EXPORTACIONES, F.I.D.E. (1997, s.l.). Análisis de Riesgos y Puntos Críticos de Control (ARPCC) para la Industria de Alimentos. Seminario Taller. 79 p.
- GÓMEZ, A. 1996. Manual de Industrias Lácteas. Madrid, España. Tetra Pak. 436 p.
- INDUSTRIA COLOMBIANA DE ALIMENTOS S.A., I.N.D.U.L.C.O.S.A. (2000, Colombia). ARPCC - Guía Breve. 29p.
- JAY, J.M. 1997. Modern Food Microbiology. 5 ed. New York, USA. Chapman & Hall, p 408 - 423.
- PEARSON, A. AND DUTSON, T. 1996. HACCP in Meat, Poultry and Fish Processing. Great Britain. Blackie A. & P. 393 p.
- REVILLA, A. 1985. Tecnología de la Leche. 2 ed. rev. San José, Costa Rica. IICA. 323 p.
- SILLKER LABORATORIES GROUP, INC. (1997, s.l.). Práctico ARPCC para Procesadores. p 1 -74.
URL - <http://cali.cetcol.net.co/~inducolsa/ARPCC.htm>
- VANDERZANT, C. AND SPLITTSTOESSER, D. 1992. Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods. 3 ed. Washington D.C., USA. APHA. 1219 p.

Anexo 1. Plan del sistema ARPCC para la planta de lácteos de Zamorano en el procesamiento de helado y yogur batido

CONTENIDO

1. PLAN DEL SISTEMA ARPCC PARA LA PLANTA DE LÁCTEOS DE ZAMORANO EN EL PROCESAMIENTO DE HELADO Y YOGUR BATIDO.....	30
1.1 COMPROMISO Y APOYO GERENCIAL.....	30
1.2 EQUIPO ARPCC.....	30
1.2.1 Aseguramiento de Calidad.....	30
1.2.2 Ingeniería.....	31
1.2.3 Operaciones.....	31
1.2.4 Sanitización.....	31
1.2.5 Abastecimiento.....	32
1.2.6 Distribución.....	32
1.2.7 Mercadeo / Ventas.....	32
1.2.8 Expertos en análisis de riesgos.....	32
1.3 DESCRIPCIÓN DE LOS PRODUCTOS.....	33
1.3.1 Helado.....	33
1.3.2 Yogur.....	33
1.4 USO PROPUESTO.....	34
1.5 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO.....	34
1.5.1 Helado.....	34
1.5.1.1 Pre calentamiento.....	34
1.5.1.2 Pesado, Dosificado y mezclado.....	34
1.5.1.3 Pasteurización.....	34
1.5.1.4 Homogeneización.....	35
1.5.1.5 Enfriamiento.....	35
1.5.1.6 Maduración.....	35
1.5.1.7 Batido y Congelación Rápida.....	35
1.5.1.8 Incorporación de Adornos.....	35
1.5.1.9 Envasado.....	36
1.5.1.10 Endurecimiento.....	36
1.5.1.11 Almacenamiento.....	36
1.5.1.12 Transporte al Mercado.....	36
1.5.2 Yogur Batido.....	36
1.5.2.1 Pre calentamiento.....	36
1.5.2.2 Pesado, Dosificación y Mezcla.....	37

1.5.2.3	Pasteurización.....	37
1.5.2.4	Homogeneización.....	37
1.5.2.5	Enfriamiento.....	37
1.5.2.6	Incubación.....	37
1.5.2.7	Enfriamiento.....	38
1.5.2.8	Incorporación de Adornos.....	38
1.5.2.9	Batido.....	38
1.5.2.10	Envasado y Sellado.....	38
1.5.2.11	Almacenamiento.....	38
1.5.2.12	Transporte.....	38
1.5.3	Yogur Congelado.....	38
1.6	FLUJOGRAMAS.....	39
1.7	VERIFICACIÓN DEL FLUJOGRAMA "IN SITU".....	39
1.8	PELIGROS DE CADA SECCIÓN DEL PROCESO.....	39
1.8.1	Helado.....	39
1.8.1.1	Almacenamiento de Ingredientes.....	39
1.8.1.2	Desinfección del equipo.....	40
1.8.1.3	Pre calentamiento.....	40
1.8.1.4	Pasteurización.....	40
1.8.1.5	Homogeneización.....	40
1.8.1.6	Enfriamiento.....	40
1.8.1.7	Maduración.....	40
1.8.1.8	Batido y enfriamiento rápido.....	41
1.8.1.9	Envasado.....	41
1.8.1.10	Endurecimiento (congelamiento).....	41
1.8.1.11	Almacenamiento en Cámaras Frías.....	41
1.8.1.12	Transporte al mercado.....	41
1.8.1.13	Almacenamiento en el Mercado.....	41
1.8.1.14	Consumidor.....	41
1.8.2	Yogur.....	42
1.8.2.1	Almacenamiento de Ingredientes.....	42
1.8.2.2	Desinfección del equipo.....	42
1.8.2.3	Pre calentamiento.....	42
1.8.2.4	Pasteurización.....	42
1.8.2.5	Homogeneización.....	43
1.8.2.6	Enfriamiento.....	43
1.8.2.7	Incubación.....	43
1.8.2.8	Enfriamiento.....	43
1.8.2.9	Batido.....	43
1.8.2.10	Envasado y sellado.....	43
1.8.2.11	Almacenamiento en Cámaras Frías.....	44
1.8.2.12	Transporte al mercado.....	44
1.8.2.13	Almacenamiento en el Mercado.....	44
1.8.2.14	Consumidor.....	44

1.9 ANÁLISIS DE RIESGOS Y SUS MEDIDAS PREVENTIVAS.....	44
1.10 ANÁLISIS DE LOS PUNTOS CRÍTICOS DE CONTROL.....	44
1.10.1 Helado.....	45
1.10.2 Yogur Batido.....	46
1.11 DETERMINACIÓN DE LIMITES CRÍTICOS Y ACCIONES CORRECTIVAS PARA CADA PCC.....	47
1.12 SISTEMA DE MONITOREO PARA CADA PCC.....	48
1.12.1 Helado.....	48
1.12.2 Yogur Batido.....	48
1.13 SISTEMA DE CONTROL DE RESULTADOS Y DOCUMENTACIÓN.....	49
1.14 PROCEDIMIENTOS DE VERIFICACIÓN.....	50
1.15 REGISTRO DE MODIFICACIONES REALIZADAS AL SISTEMA ARPCC.....	50

1. PLAN DEL SISTEMA ARPCC PARA LA PLANTA DE LÁCTEOS DE ZAMORANO EN EL PROCESAMIENTO DE HELADO Y YOGUR BATIDO

1.1 COMPROMISO Y APOYO GERENCIAL

Los siguientes fueron involucrados en el proyecto de tesis, por su experiencia y los cargos que desempeñaron en las diferentes secciones de Zamorano:

- Joost Teuben - Ex Coordinador de la Carrera de Agroindustria (Ene. 1998 - Ago. 2000). Autorizó el proyecto de tesis con el tema de “Establecimiento de un sistema de análisis de riesgos y puntos críticos de control para helado y yogur en Zamorano”.
- Manuel Morales - Jefe de la Planta de lácteos. Coordinó la ejecución del proyecto dentro de la planta de lácteos de Zamorano, proveyendo la información de los procesos para cada producto; brindó el acceso al equipo de laboratorio y autorizó la ayuda por parte de la persona encargada de las operaciones.
- Elsa Barrientos - Laboratorio de Evaluación de Alimentos. Ayudó en el proceso de la microbiología de alimentos, proveyendo información del sistema ARPCC.

La gerencia de la Zamoempresa “Lácteos y Cárnicos” reconoció la importancia de incorporar el plan ARPCC y facilitó el apoyo necesario.

1.2 EQUIPO ARPCC

Zamorano dispone de un personal multidisciplinario, del cual se ha seleccionado según la experiencia en el campo de agroindustria y aquellos que ejercen control de los procesos operacionales y administrativos en las actividades relacionadas al tema de este proyecto.

1.2.1 Aseguramiento de Calidad

- Juan Moya - Gerencia de Ventas. Control en el mantenimiento de los productos lácteos en el puesto de ventas y sus limitantes.

- Manuel Morales - Jefe de la Planta de lácteos. Control del producto que sale de la planta y que se envía directamente al puesto de ventas.

1.2.2 Ingeniería

- Joost Teuben - Ex Coordinador de la Carrera de Agroindustria (Ene. 1998 - Ago. 2000). Asistencia en el diseño y desarrollo del proyecto para establecer el sistema ARPCC.
- Manuel Morales - Jefe de la Planta de lácteos. Asistencia en la investigación del procesamiento de los productos dentro de la planta de lácteos.
- Elsa Barrientos - Laboratorio de Evaluación de Alimentos. Asistencia en el diseño de los procedimientos de laboratorio, para la sección de análisis microbiológico de las muestras, realizados para analizar los peligros potenciales.
- Ricardo Romero - Pasante de Ingeniería Agronómica, con orientación en Tecnología de Alimentos. Responsable de ejecutar el proyecto, aplicando el sistema ARPCC; investigación e integración de los procesos relacionados con la seguridad e inocuidad en Helado y Yogur Batido, documentación del sistema y desarrollo de las conclusiones y recomendaciones para el mismo.

1.2.3 Operaciones

- Fredy Elvir - Proceso de Helado, Yogur, malteadas, leche y otros. Compartió toda la información necesaria para la verificación del flujograma de cada producto, desarrollada en los procesos muestreados.

1.2.4 Sanitización

Los siguientes son los empleados y operarios de los procesos de los diferentes productos lácteos de la planta de Zamorano, quienes son rotados para la realización de los Procedimientos Operacionales de Limpieza y Desinfección (SSOP's) y responsables de ejecutar las Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) en la planta de lácteos:

- Fredy Elvir - Producción de Helado, Yogur, malteadas, leche y otros.
- Rigoberto Silva - Producción de Quesos.
- Rigoberto Rubio - Dulce de leche, quesillos y otros.
- Juan Ferrera - Recibo de leche y Descremado.
- Máximo García – Instructor y supervisor de procesos.

1.2.5 Abastecimiento

- Alfredo Jiménez - Contabilidad de la Planta de lácteos. Control de la existencia de la materia prima, accesorios para los procesamientos y del abastecimiento del producto a puesto de ventas.

1.2.6 Distribución

- Aníbal Rodríguez - Conductor de automóvil de la sección de ventas de Zamorano. Compartió las experiencias con los productos durante el transporte desde la planta de lácteos, hasta el puesto de ventas.

1.2.7 Mercadeo / Ventas

Los siguientes son los empleados de la sección de Puesto de Ventas, quienes tienen contacto directo con los productos lácteos. Compartieron comentarios relacionados al trato dado a los productos, por parte de la clientela de Zamorano durante la compra como en el consumo:

- Juan Moya - Gerencia de Ventas.
- Wilmer Ayestas - Puesto de Ventas.
- Vilma Flores - Puesto de Ventas.
- Héctor Vallejo - Bodega de Ventas.
- Vendedores y bodegueros

1.2.8 Expertos en análisis de riesgos

- Joost Teuben - Ex Coordinador de la Carrera de Agroindustria (Ene. 1998 - Ago. 2000). Microbiólogo con experiencia en sistemas ARPCC.
- Manuel Morales - Jefe de la Planta de lácteos. Experto en productos lácteos, con conocimientos del sistema ARPCC.
- Elsa Barrientos - Laboratorio de Evaluación de Alimentos. Microbióloga con experiencia en el sistema ARPCC.
- Ricardo Romero - Pasante de Ingeniería Agronómica, con orientación en Tecnología de Alimentos. Investigador y ejecutor del sistema ARPCC, como tema del proyecto de tesis para sustentar el título de ingeniería.

1.3 DESCRIPCION DE LOS PRODUCTOS

De una forma integral, a continuación se presenta la descripción de los ingredientes, la elaboración, las características finales y la forma de consumo del helado y yogur:

1.3.1 Helado

Es un alimento congelado comúnmente llamado "Ice Cream" (Helado), producto de la mezcla de leche fresca, crema, leche descremada en polvo, azúcar (o edulcorantes), emulsionantes, estabilizadores, saborizantes, aromatizantes, colorantes y en algunos casos huevo y trozos de frutas. Es un producto de textura suave obtenida por la incorporación de aire, mediante el batido constante de la mezcla y por congelación rápida, luego es endurecido por medio de congelación a bajas temperaturas.

El envasado en Zamorano es de 220 ml y 454 ml de contenido neto, en vasos de plástico con tapa plana de sello sencillo y a presión. La vida útil es hasta de 9 meses en congelación constante de -12°C , una vez abierto el envase debe consumirse antes de 15 minutos para evitar perder la consistencia congelada.

1.3.2 Yogur

Es un producto lácteo acidificado, por medio de la acción biológica de bacterias, que fermentan la lactosa a ácido láctico principalmente y como resultado el pH finaliza en 4.5 (0.7% ATECAL), así se obtiene una textura viscosa por la formación de coágulos, por los efectos de la desnaturalización de las seroproteínas. Sus ingredientes son leche fresca, leche descremada en polvo, azúcar (o edulcorantes), estabilizadores, saborizantes, aromatizantes, colorantes y en algunos casos trozos de frutas.

En Zamorano se produce Yogur Batido y Yogur Congelado, la diferencia del congelado consiste en que después de la incubación, prácticamente se le aplica el tratamiento final de un Helado, es decir desde el batido con congelación rápida. Ambos productos son envasados en vasos de plástico con capacidad de 220 ml de contenido neto, con tapa plana de sello sencillo a presión, y el yogur congelado en bolsas transparentes tubulares de 1.0 m de largo. La vida útil del batido es de 2 meses en refrigeración constante a 5°C , una vez abierto el envase debe consumirse antes de 4h (sino se vuelve a refrigerar) y el congelado a -12°C , una vez abierto su envase, debe consumirse antes de 15 minutos para disfrutar de su frescura.

1.4 USO PROPUESTO

Se estudiaron los productos derivados de la leche, destinados como alimentos refrigerados, los cuales son mezclas de ingredientes funcionales. Su consumo es destinado como postres refrescantes para gente de toda edad y estrato social, dentro y fuera de Zamorano.

En el caso del Yogur, es recomendado a personas que no pueden digerir fácilmente la lactosa, porque en el Yogur la lactosa ya ha sido parcialmente desdoblada por las enzimas bacterianas. El Yogur es recomendado para tratar infecciones fúngicas vaginales, también los lactobacilos ingeridos mediante el consumo de yogur, pasan a través del estomago y destruyen las bacterias de la putrefacción en el colon, restaurando la función intestinal (Gómez, 1996).

1.5 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO

A continuación se describe el proceso realizado en la planta de lácteos de Zamorano, al inicio de la implantación del sistema ARPCC:

1.5.1 Helado

1.5.1.1 Precalentamiento. La crema y la leche descremada son estandarizadas, pesadas y vertidas manualmente con baldes al tanque de pasteurización, en donde se realiza un calentamiento indirecto auxiliados con eficientes agitadores. Es ideal mantener la temperatura desde 30 - 32°C, porque a esta temperatura se facilita la disolución del resto de ingredientes en polvo.

1.5.1.2 Pesado, dosificado y mezclado. En general, todos los ingredientes sólidos se pesan y se vacían a mano en una unidad de mezcla, a través de la cual se hace pasar la leche, creando un efecto eyector que absorbe los polvos en la corriente. Las materias primas una vez en el tanque se calientan y se mezclan hasta conseguir una mezcla homogénea.

1.5.1.3 Pasteurización. Se ha usado 75°C con una variación de $\pm 2^\circ\text{C}$ y un tiempo de mantenimiento de 30 - 45 minutos. Este sistema conocido como "Pasteurización por Tandas", no altera considerablemente las propiedades de la leche y sus aditivos, manteniendo el valor nutritivo. Además tiene un efecto germicida, mejora la disolución, combinación, acentúa el sabor y uniformiza los ingredientes. El efecto germicida general es casi 95% y de patógenos 100%, por esto no es recomendable cuando los ingredientes de la mezcla contienen alto computo bacteriano.

1.5.1.4 Homogeneización. El traslado de la mezcla desde el pasteurizador es a través de una tubería inoxidable previamente desinfectada. El propósito de esta fase es lograr una suspensión permanente y uniforme de la grasa, mediante la reducción del tamaño del glóbulo graso, por la combinación presión y temperatura (1500 PSI de presión y aproximadamente a 70°C). Este proceso proporciona al producto una textura suave, acorta el periodo de maduración de la mezcla y reduce la cantidad necesaria de estabilizadores.

1.5.1.5 Enfriamiento. La mezcla ya homogeneizada se enfría hasta 4°C en un intercambiador de calor de placas, cuyo sistema está anexado inmediatamente al homogeneizador. La función es llevar la mezcla a una temperatura óptima para ingresar a los cuartos de maduración, los cuales también son refrigerados.

1.5.1.6 Maduración. De la salida de la sección del homogeneizador, la mezcla es vertida en tambos plásticos previamente desinfectados, luego se trasladan a las cámaras de maduración durante 20 - 22 horas, a una temperatura entre 5 - 6°C con una suave agitación. El propósito es cristalizar la grasa y proporcionar tiempo para que los estabilizadores absorban agua, logrando así aumentar la viscosidad. Este proceso logra que el producto sea resistente al descongelado.

1.5.1.7 Batido y Congelación Rápida. El proceso continuo tiene 2 funciones:

- Incorporar una cantidad controlada de aire a la mezcla, Llamada "Sobre aumento" y en Zamorano es de 80 - 100%.
- Congelar el contenido de agua de la mezcla, para obtener micro cristales de hielo, los cuales no son tan perceptibles al paladar.

La mezcla se incorpora manualmente con recipientes plásticos, hacia el interior de un cilindro refrigerado. El proceso de congelación es muy rápido; esto es muy importante para la formación de micro cristales de hielo. La capa de mezcla congelada sobre la pared del cilindro, es continuamente rascada y batida por medio de un juego de cuchilla y aspas rotatorias, instaladas en el interior del cilindro; también tienen la función de introducir el aire en la emulsión, mientras la mezcla se congela entre -3°C y -6°C. Esta etapa logra congelar el 40% del contenido en agua.

1.5.1.8 Incorporación de adornos. Los adornos son todos los ingredientes saborizantes, colorantes, aromatizantes y algunas veces trozos de fruta previamente edulcoradas, todos definen las características del helado final. Son incorporados manualmente durante el batido o antes de envasar, mediante

medidores desinfectados de plástico. Cuando no se tiene certeza de la inocuidad de estos, se deben incorporar durante la pasteurización en el tanque, siempre y cuando no afecten el tratamiento térmico y no interfieran el flujo de la mezcla durante el resto del proceso, como es el caso de los trozos de fruta.

1.5.1.9 Envasado. En Zamorano se envasa en vasos de plástico con capacidad de 220 ml y 454 ml, con tapa plana de sello sencillo y a presión. El proceso se lleva a cabo manualmente incluyendo el etiquetado. La maquina llenadora es la misma batidora, en donde se usa su compuerta manual, aprovechando el empuje de las espas rotatorias.

1.5.1.10 Endurecimiento. La fabricación del Helado es completada, hasta que se somete al endurecimiento a baja temperatura de forma continua. Cuando el producto ya está envasado, el endurecimiento se logra a -12°C . Entre más rápido es, mejor es la textura por la obtención de los micros cristales.

1.5.1.11 Almacenamiento. El producto pre endurecido se pasa a la cámara de conservación de congelados, donde se almacenan en estantes o cajones a una temperatura de -12°C . La vida útil del Helado depende del tipo de producto, el envasado, y el mantenimiento de una temperatura suficientemente baja. El periodo de almacenamiento puede ser hasta 9 meses.

1.5.1.12 Transporte al Mercado. Los envases en canastas son transportados en la mayoría de las veces en un camión con refrigeración, para evitar la perdida de la textura y deterioro del producto, pero algunas veces el camión no tiene absolutamente nada de refrigeración y el traslado depende del tiempo de transacción del producto al mercado meta.

1.5.2 Yogur Batido

El proceso del yogur es muy parecido al principio, con el proceso del Helado, desde el precalentamiento hasta el calentamiento, porque casi no hay diferencias excepto en los puntos siguientes:

1.5.2.1 Precalentamiento. En este caso no se usa crema, porque se trata de estandarizar la mezcla a menos de 3% de grasa, por esto solo se usa leche descremada; esta es una diferencia marcada con el Helado, ya que este se estandariza a $>10\%$.

1.5.2.2 Pesado, Dosificación y Mezcla. No se usan emulsionantes por el bajo porcentaje de grasa deseada en la mezcla, porque la grasa puede acarrear olores y sabores los cuales pueden afectar al cultivo. Los estabilizadores son usados en cantidades menores que la del Helado, para aumentar la viscosidad del producto y contribuir a la prevención de la separación del suero.

Algunos de estos estabilizadores son la gelatina, pectina, agar - agar y almidón. Si se produce de forma correcta, el yogur natural no necesita la adición de estabilizadores, ya que se origina un gel fino y consistente con una alta viscosidad de forma natural, por la presencia de la proteína de la leche, como la caseína, seroproteínas, etc.

1.5.2.3 Pasteurización. El tratamiento térmico es a 88°C durante 30 minutos, así se desnaturaliza más del 80% de las seroproteínas. En particular la β - lactoglobulina, que es la principal seroproteína que interactúa con la κ -caseína, así facilita que el yogur adquiera la consistencia deseada.

1.5.2.4 Homogeneización. El objetivo es prevenir la separación de la nata durante el periodo de incubación y asegurar una distribución uniforme de la grasa de la leche. La estabilidad y consistencia de las leches acidificadas se ven mejoradas por la homogeneización, incluso en aquellos productos con bajo contenido en grasa.

1.5.2.5 Enfriamiento. La mezcla se enfría normalmente a 45°C después de ser pasteurizada, primero en la sección del intercambiador de calor de placas y después se mantiene la temperatura durante la Incubación.

1.5.2.6 Inoculación. A partir de este momento es donde se diferencia al proceso del Helado, porque es basado en un tratamiento con el cultivo láctico, para la obtención del cuajado, pH y sabor deseado. Se utiliza de 2.0 - 3% del volumen de la mezcla del producto, con cultivos formados por partes iguales de *Lactobacillus bulgaricus* y *Streptococcus thermophilus*. En el anexo 8 se describe todo el proceso de producción y mantenimiento de los cultivos.

1.5.2.7 Incubación. Se lleva a cabo en yogos, los cuales se introducen en pilas que contienen agua temperada, la cual mantiene la temperatura deseada de inoculación, normalmente de 45°C con una variación de $\pm 1^\circ\text{C}$. La mezcla se agita manualmente con mezcladores de acero inoxidable previamente desinfectados y se incuba durante 1 - 1.5 horas dependiendo del grado de acidez deseado. En Zamorano se deja a 0.3% para llegar a 0.5% durante las primeras etapas del enfriamiento. Para las bacterias típicas del yogur el periodo de generación (multiplicación) es de 20 - 30 minutos; un tiempo corto de incubación indica que el periodo de generación es rápido. Si se usa cultivos

concentrados, congelados o liofilizados, directamente a los tanques de incubación de yogur, se precisa más tiempo de incubación, (4 - 6 horas a 42 - 45°C), ya que se tiene una fase latente más larga.

1.5.2.8 Enfriamiento. Este paso se realiza en la cámara de almacenamiento refrigerado y para conseguir las condiciones óptimas de calidad, se baja la temperaturas en la manera siguiente:

- Bajar de 43°C hasta 35°C en los primeros 30 minutos.
- Alcanza 18 - 20°C durante los siguientes 30 - 40 minutos.
- Finalmente llega a 5 - 7.5°C después de un total de 1.5 - 2 horas.

La acidez final del Yogur durante esta etapa, llega a 0.50 - 0.70% (ATECAL) o a un pH de 4.5.

1.5.2.9 Incorporación de Adornos. Tiene la misma función como en el proceso de Helado.

1.5.2.10 Batido. El objetivo es distribuir bien en toda la mezcla, los ingredientes adornos antes de envasar, esto se hace manualmente con un mezclador metálico e inoxidable.

1.5.2.11 Envasado y Sellado. En Zamorano se envasa en vasos de plástico de 220 ml y con el procedimiento igual para Helado, pero al final se hace un sellado del frasco con una filmina de polietileno transparente, al cual se le aplica calor para lograr asegurar la tapa al envase, el propósito es evitar el ingreso de microorganismos que dañen el producto principalmente los mohos y levaduras, porque estos resisten el pH bajo del yogur.

1.5.2.12 Almacenamiento. En cuartos fríos con menos o igual a 4.4°C, durante no más de 3 semanas.

1.5.2.13 Transporte. La descripción es igual como el Helado, porque se utilizan los mismos envases y el mismo tipo de transporte.

1.5.3 Yogur Congelado

La diferencia con el Yogur Batido esta después de la incubación, porque prácticamente se le aplica el tratamiento final de un Helado, es decir desde el batido con congelación rápida, con los mismos principios, procedimientos y

almacenamiento como un Helado. Como resultado a esta combinación de procedimientos, la textura final del yogur congelado es prácticamente igual a la de un Helado, porque el batido rápido hace que el coágulo se destruya y así se logra producir el sobre aumento.

1.6 FLUJOGRAMAS

El flujo del proceso de cada producto, tiene la secuencia de la descripción de cada paso del proceso explicada anteriormente. Para ambos productos, los flujogramas están representados en la figura 1 (Helado) y figura 2 (Yogur Batido), determinando el tiempo aproximado que transcurre cada sección. En el caso del Yogur Batido, se hace una comparación con el Helado de Yogur, fueron fusionados sus flujogramas para explicar sus diferencias.

Para mayor facilidad, a continuación, todos los cuadros, figuras y anexos, son presentados al final de este documento, debido al tamaño y complejidad de los mismos. Como guía, haga uso de los índices.

1.7 VERIFICACION DEL FLUJOGRAMA "IN SITU"

Se observó que la ejecución del proceso, esta de acuerdo al flujograma planificado por el administrador de la planta de lácteos de Zamorano y los registros que lo formalizan.

1.8 PELIGROS DE CADA SECCIÓN DEL PROCESO

A continuación se hace un listado de los peligros potenciales, exclusivamente de los pasos explicados anteriormente, del proceso de cada producto. Se marcan con una flecha, los peligros que tienen más probabilidad de acontecer (mayor riesgo) y posibilitar una contaminación, con el objetivo de analizarlos con más detalle posteriormente y definir cuales de estos son Puntos Críticos de Control.

1.8.1 Helado

1.8.1.1 Almacenamiento de Ingredientes:

- ✓ Contaminación por ambiente y manipulación.
- Alta Humedad en bodegas.
- ✓ Recibo de materia prima altamente contaminada.
- ✓ Presencia de insectos y roedores.
- ✓ Residuos de desinfectantes e insecticidas.
- ✓ Acumulación de residuos de ingredientes.

1.8.1.2 Desinfección del equipo:

- Existencia de residuos de alimentos procesados anteriormente.
- Residuos de desinfectantes a alta concentración.
- Uso de desinfectantes con la concentración inadecuada.
- ✓ Mala desinfección del equipo.
- ✓ No usar mascarillas y redecillas.
- ✓ Filamentos de cepillos usados para limpieza.
- ✓ Contaminación ambiental.

1.8.1.3 Precalentamiento:

- ✓ Manipulación contaminante de los ingredientes (operador o estudiantes).
- Pesado incorrecto de cada ingrediente.
- Incorporar la leche en polvo antes de que la leche descremada y la crema alcancen la temperatura de 32°C.
- ✓ Incorporar agua contaminada al escurrir los recipientes de los ingredientes.
- No usar mascarillas y redecillas.
- ✓ Contaminación ambiental.

1.8.1.4 Pasteurización:

- Se depende de termómetros portátiles de bolsillo.
- ✓ Interrupción del flujo de vapor durante los 30 minutos establecidos.
- ✓ No aplicar el tiempo (30 minutos) y la temperatura adecuada (70°C).
- Exceder demasiado la temperatura adecuada (70°C) pudiendo desnaturalizar excesivamente la proteína de la leche, afectar el sabor y olor de la leche.
- No usar mascarillas y redecillas.
- Contaminación ambiental.

1.8.1.5 Homogeneización:

- Perder la presión mínima de 105.45 kg/cm².
- El recibo de la mezcla pasteurizada sea a menos de 62.7°C.
- ✓ Combinación de la mezcla con residuos de productos de limpieza.

1.8.1.6 Enfriamiento:

- No alcanzar la temperatura adecuada de 4.4°C.
- ✓ Combinación de la mezcla con residuos de productos de limpieza.

1.8.1.7 Maduración:

- ✓ Contaminación de la mezcla en el tonel de maduración.
- Infiltración de insectos en el tambo de maduración.
- Pérdida de la temperatura adecuada 0 - 4.4°C.
- ✓ No dejar tapado el tonel y abrir muchas veces ambas puertas del congelador.

- ✓ Contaminación ambiental.

1.8.1.8 Batido y enfriamiento rápido:

- ✓ Contaminación ambiental, al incorporar aire contaminado para el "Sobreaumento".
- ✓ Manipulación contaminante de la mezcla (operador o estudiantes).
- Incorporación de ingredientes "Adornos" contaminados.
- No obtener el Sobreaumento adecuado (mayor de 70%).
- No usar mascarillas y redecillas.

1.8.1.9 Envasado:

- ✓ Utilización de envases contaminados por el ambiente o por la manipulación.
- ✓ Derrame del producto fuera del envase (producción de hongos).
- ✓ Mal sellado del envase.
- ✓ Mal trato de los recipientes comerciales del producto.
- No usar mascarillas y redecillas.

1.8.1.10 Endurecimiento (congelamiento):

- Perder la temperatura adecuada de -12°C.
- Creación de cristales grandes (congelado lento).
- ✓ Mal trato de las unidades comerciales del producto.

1.8.1.11 Almacenamiento en Cámaras Frías:

- Perder la temperatura adecuada de -12°C.
- ✓ Mal trato de los recipientes comerciales del producto.

1.8.1.12 Transporte al mercado:

- Exposición solar por mucho tiempo.
- ✓ Perder la temperatura adecuada de -12°C.
- ✓ Mal trato de los recipientes comerciales del producto.

1.8.1.13 Almacenamiento en el Mercado:

(Puesto de ventas, Comedor Estudiantil y cafetería del CEDA).

- ✓ Perder la temperatura adecuada de -12°C.
- ✓ Mal trato de los recipientes comerciales del producto.
- Contaminación ambiental.

1.8.1.14 Consumidor:

- ✓ Mantener el producto mucho tiempo fuera de refrigeración.

- ✓ Consumir el producto con las manos y utensilios contaminados.
- ✓ Contaminación ambiental una vez destapado el producto.
- Combinación del producto con otros alimentos contaminados

1.8.2 Yogur

1.8.2.1 Almacenamiento de Ingredientes:

- ✓ Contaminación por ambiente y manipulación.
- Alta Humedad en bodegas.
- ✓ Recibo de materia prima contaminada.
- ✓ Presencia de Insectos y Roedores.
- ✓ Acumulación de residuos de ingredientes.

1.8.2.2 Desinfección del equipo:

- Existencia de residuos de alimentos procesados anteriormente.
- Residuos de desinfectantes a alta concentración.
- Uso de desinfectantes con la concentración inadecuada.
- ✓ Mala desinfección del equipo.
- No usar mascarillas y redecillas.
- ✓ Contaminación ambiental.

1.8.2.3 Precalentamiento:

- ✓ Manipulación contaminante de los ingredientes (operador o estudiantes).
- Pesado incorrecto de cada ingrediente.
- Incorporar la leche en polvo antes de que la premezcla de leche descremada y la crema alcancen 32°C como mínimo.
- Dedicarle mucho tiempo al pre calentado.
- ✓ Incorporar agua contaminada al escurrir los recipientes de los ingredientes.
- No usar mascarillas y redecillas.
- ✓ Contaminación ambiental.

1.8.2.4 Pasteurización:

- Se depende de termómetros portátiles de bolsillo.
- ✓ Interrupción del flujo de vapor durante los 30 minutos establecidos.
- ✓ No se aplica el tiempo (30 minutos) y la temperatura adecuada (82°C).
- No alcanzar la temperatura adecuada (82°C) para desnaturalizar alrededor de 80 - 90% de la proteína de la leche.
- No usar mascarillas y redecillas.
- ✓ Contaminación ambiental.

1.8.2.5 Homogeneización:

- Perder la presión mínima de 1500 PSI.
- ✓ El recibo de la mezcla pasteurizada sea a menos de 62.7°C.

1.8.2.6 Enfriamiento:

- No bajar a la temperatura adecuada de 40 - 45°C.

1.8.2.7 Inoculación:

- ✓ Proliferación de otros microorganismos no deseados, en el cultivo láctico por mal procedimiento, e incluirlos en la mezcla.

1.8.2.8 Incubación:

- No mantener la temperatura adecuada (40 - 45°C).
- ✓ Proliferación de otros microorganismos por mala pasteurización.
- No alcanzar la acidez (0.3%) en el tiempo establecido (1 - 1.5 h).
- ✓ Utilización de tambos contaminados por el ambiente o por la manipulación.
- No romper previamente la regeneración del cultivo.
- ✓ No usar mascarillas y redecillas.

1.8.2.9 Enfriamiento:

- ✓ No bajar la temperatura adecuada (4.4°C) en un tiempo estipulado (2 h).
- ✓ Dejar sobrepasar la acidez del yogur por mal control de tiempo y temperatura.
- ✓ No usar mascarillas y redecillas.

1.8.2.10 Batido:

- ✓ Incorporación de ingredientes "Adornos" contaminados.
- ✓ Manipulación contaminante de los ingredientes (operador o estudiantes).
- ✓ Limaduras de metal por el raspado de los recipientes por los batidores.
- ✓ Contaminación ambiental.

1.8.2.11 Envasado y sellado:

- ✓ Utilización de envases contaminados por el ambiente o por la manipulación.
- ✓ Derrame del producto fuera del envase (producción de hongos).
- ✓ Mal sellado del envase.
- ✓ Mal trato de los recipientes comerciales del producto.
- No usar mascarillas y redecillas.

1.8.2.12 Almacenamiento en Cámaras Frías:

- No alcanzar la temperatura adecuada (4°C).
- ✓ Mal trato de los recipientes comerciales del producto.

1.8.2.13 Transporte al mercado:

- Exposición solar por mucho tiempo.
- ✓ Perder la temperatura adecuada (4°C).
- ✓ Mal trato de los recipientes comerciales del producto.

1.8.2.14 Almacenamiento en el Mercado:

(Puesto de ventas, Comedor Estudiantil y cafetería del CEDA)

- ✓ Perder la temperatura adecuada (4°C).
- ✓ Mal trato de los recipientes comerciales del producto.
- Contaminación ambiental

1.8.2.15 Consumidor:

- ✓ Mantener el producto mucho tiempo fuera de refrigeración.
- ✓ Consumir el producto con las manos y utensilios contaminados.
- ✓ Perder la temperatura adecuada después de abrirlo.
- ✓ Contaminación ambiental una vez destapado el producto.
- Combinación del producto con otros alimentos contaminados

Para el Yogur Congelado los riesgos son los mismos de los dos productos anteriores, según los pasos que le corresponden de ellos.

1.9 ANÁLISIS DE RIESGOS Y SUS MEDIDAS PREVENTIVAS

Los peligros marcados anteriormente, fueron analizados con la descripción de sus medidas de prevención, con la clasificación del riesgo que representan (por la probabilidad de acontecer) y el nivel de la severidad relacionada al alimento y por consiguiente al consumidor.

Los resultados para ambos productos, son presentados en el cuadro 1 (Helado) y en el cuadro 2 (Yogur Batido). Se remarcaron con negrilla, los peligros que obtuvieron una clasificación de riesgo y severidad alta, para luego ser analizados como posibles puntos críticos de control.

1.10 ANÁLISIS DE LOS PUNTOS CRÍTICOS DE CONTROL

En la figura 3 se presenta el árbol de decisiones, usado como guía efectiva para detectar los puntos críticos de control (PCC), en el proceso de cada producto.

Todos los pasos analizados provenientes del análisis de riesgos y sus medidas preventivas, son presentados en el cuadro 3 (Helado) y el cuadro 4 (Yogur Batido).

Los resultados de los análisis microbiológicos realizados para verificar la eficacia del sistema de pasteurización, son presentados en dos grupos, el primero corresponde a los análisis previos de la implantación del sistema ARPCC, en el anexo 2, para Helado; en el anexo 3, para Yogur Batido; el segundo grupo es para los posteriores del sistema ARPCC, en el anexo 4 para Helado; en el anexo 5 para Yogur Batido.

1.10.1 Helado

En el helado solo resultó un punto crítico de control, detectado en el sistema de pasteurización por tandas, debido a que este paso fue creado directamente, para eliminar o reducir el riesgo de un peligro de contaminación a un nivel aceptable.

Se comprobó que la carga microbiana de los ingredientes al ser incorporados al proceso no es la adecuada, porque el recuento de microorganismos realizados el 28 de Junio resultó ser alto, siendo la cocoa en polvo y el azúcar granulado de caña los que presentaron mayor contaminación (cocoa 2.2×10^6 UFC/g y azúcar 5.0×10^4 UFC/g), estos corresponden a muestreos de sacos en uso (revise el anexo 6). Luego para buscar el origen de la contaminación se hizo un segundo muestreo de los mismos ingredientes, pero esta vez en sacos nuevos sin abrir; esto comprobó que ya vienen contaminados al recibirlos en la planta, pero con cargas menores (cocoa 1.5×10^5 UFC/g y azúcar 4.0×10^3 UFC/g). Si comparamos los resultados antes mencionados, podemos concluir que la contaminación por el aire del ambiente es considerable.

Se descartó el peligro de contaminación que se presumía al incorporar agua contaminada con óxidos metálicos, por el sabor y el bajo pH; además se comprobó que el agua contiene niveles aceptables de microorganismos y muy por debajo de los rangos, como lo muestra el resultado obtenido el 22 de Junio, por el Laboratorio de Análisis Industriales en Tegucigalpa. Copia del documento original enviado por FAX es presentado en el anexo11.

La sección de precalentamiento prácticamente representa una consecuencia de la contaminación de los ingredientes. Su importancia radica en que permite una última oportunidad para verificar el grado de contaminación de los mismos, por medio de revisar los registros de los muestreos microbiológicos realizados a los ingredientes y en lo posible de muestreos físicos y químicos. No fue elegido como PCC, porque existen medidas preventivas para la identificación del riesgo, a pesar que no es un paso que elimina o reduce el riesgo del peligro y aún cuando hay posibilidad de incrementarse la contaminación a un nivel inaceptable

(si transcurre mucho tiempo o si el personal no tiene el debido aseo para realizar el procesamiento), posteriormente existe un paso que sí elimina o reduce la contaminación de los ingredientes previos al consumo, este es la pasteurización.

Durante el batido y enfriamiento rápido, existe el peligro de contaminación ambiental, porque la calidad del aire dentro de la planta es mala o insuficiente, como lo muestra el cuadro 36 del anexo 7. Se puede observar que el ambiente de la planta de lácteos, es muy contaminada por bacterias y hongos, lo cual representa un riesgo y severidad alta tanto al producto como al consumidor. No se tomó como un PCC porque existen medidas preventivas para identificar el riesgo, a pesar que no es un paso que elimina o reduce el riesgo de contaminación ambiental. Además la contaminación no podría incrementarse a un nivel inaceptable, porque posteriormente la mezcla recibe un tratamiento de bajas temperaturas para su conservación.

El envasado es un paso del proceso que tiene un corto período para etiquetar, para definir el sabor y las fechas de producción y caducidad, entonces es cuando existe la posibilidad de contaminación cruzada (manipulación) por parte de los empleados y adicionando la contaminación ambiental, por realizarse en los laboratorios o el salón de producción, los cuales son lugares abiertos y con mucha contaminación microbiana, como se mencionó anteriormente. No se consideró como un PCC, porque existen medidas preventivas para mermar el riesgo, aún cuando no es un paso que elimina o reduce la contaminación. Además no presenta riesgo en incrementarse a niveles inaceptables, porque posteriormente existe un tratamiento con bajas temperaturas en los cuartos fríos, el cual evita la propagación de la contaminación.

1.10.2 Yogur Batido

En yogur se determinaron 2 PCC, el primero es en el sistema de pasteurización por tandas, debido a que este paso fue creado directamente, para eliminar o reducir el riesgo de un peligro de contaminación a un nivel aceptable. El segundo es el envasado, con la situación similar al Helado, en donde hay posibilidad de contaminación cruzada (manipulación) y por contaminación ambiental, por realizarse en los laboratorios o el salón de producción. En este caso sí se consideró como un PCC, porque aún cuando existen medidas preventivas para mermar el riesgo, no es un paso en el cual se elimine o reduzca la contaminación, entonces presenta riesgo en incrementarse a niveles inaceptables, porque posteriormente la conservación será con temperaturas sobre 0°C, lo que propicia el crecimiento de microorganismos resistentes a la acidez del yogur.

La inoculación del cultivo láctico, no es PCC por ser considerado como parte de las BPM. La posibilidad de supervivencia de mohos y levaduras resistentes a la acidez, serían incorporados a la mezcla por mal procedimiento o ambiente no

favorable, entonces se proliferarían afectando el producto y al consumidor.

La incubación del cultivo láctico en la mezcla no es un PCC, porque también es considerado como parte de las BPM. Hay peligro en no alcanzar la acidez adecuada para su conservación y el riesgo sería alto si hay microorganismos sobrevivientes a la pasteurización o del cultivo láctico, los que podrían deteriorar el producto o ser dañinos a la salud. Se debe tomar en cuenta la temperatura que debe permanecer a 43°C, considerando un error de $\pm 1^\circ\text{C}$; en esta etapa debe obtenerse una acidez titulable de 0.3%, para permitir un aumento de la acidez al principio del enfriamiento en los cuartos fríos, para obtener al final 0.5% acidez. Se ha determinado que se debe hacer lectura cada 15 minutos, a partir de los primeros 30 minutos para obtener un total de 4 lecturas incluyendo la inicial; el tiempo resultante dependerá de como se mantuvo la temperatura de incubación y de la misma acción bacteriana, se estima que sea entre 1.0 - 1.5 Horas.

El almacenamiento en el mercado tampoco es un PCC, porque el control de la temperatura de conservación de 4°C es considerado como parte de las BPM. Si se deja aumentar más de 6°C y hay supervivencia de microorganismos psicrófilos (menos de 20°C) o mesófilos (entre 20 y 44°C) a la pasteurización, es probable que la acidificación continúe por la acción de los mismos, esto podría ser severo para el producto al hidrolizar la proteína del yogur, provocando la separación del suero y así se formaría prácticamente una cuajada; y para el consumidor el efecto sería por malestares estomacales por la acidez.

El control de la temperatura de mantenimiento en los cuartos fríos es muy importante, básicamente en el mercado meta que es Zamorano mismo, distribuyendo el producto en los comedores del CEDA, puesto de ventas y comedor estudiantil y en donde la variación en promedio es de $\pm 1^\circ\text{C}$. Se debe considerar que anteriormente ya han recibido charlas sobre los objetivos del sistema ARPCC, pero el abrir y cerrar de las cámaras es algo inevitable por la gran rotación de productos.

Se ha determinado que se debe tomar lectura dos veces por día y una vez por jornada, incluyendo todos los días de la semana. En el cuadro 9 se muestra el diseño del cuadro para el monitoreo de los cuartos fríos, el cual también forma parte del sistema de control de resultados y documentación.

1.11 DETERMINACIÓN DE LÍMITES CRÍTICOS Y ACCIONES CORRECTIVAS PARA CADA PCC

En el anteproyecto se mencionó que dependeríamos de los estándares de CESCO, pero se encontró que esta institución hace referencia de datos de otros países latinos, los cuales sí tienen establecido los rangos permisibles como criterios de los análisis de laboratorio.

Aún con estos datos se observó que están muy por encima de los estándares internacionales (vea el anexo 12), así se decidió utilizar los datos de literatura citada, por presentar datos internacionales dictados por algunas instituciones de los Estados Unidos Americanos.

En los cuadros 5 y 6 se plantean los límites críticos para cada PCC, como tolerancia absoluta para la seguridad recomendando los límites operacionales, para reducir la probabilidad de llegar a los puntos críticos, tomando en cuenta la variabilidad del proceso, observado durante el estudio.

1.12 SISTEMA DE MONITOREO PARA CADA PCC

Sobre la base de los PCC de cada producto, se ha determinado cuales partes del proceso de cada producto, se debe considerar para hacer un control, considerando también, a los límites críticos de control y los límites de operación. Cada sistema de monitoreo por producto fue diseñado y son presentados en los cuadros 7 y 8, los cuales forman parte del sistema de control de resultados y documentación.

1.12.1 Helado

El único PCC de este producto es el tratamiento térmico durante la pasteurización, por ser el medio destinado para la disminución o eliminación de la carga microbiana que contienen los ingredientes. Se ha determinado que existe una variación de la temperatura de $\pm 2^{\circ}\text{C}$ debido al control manual y se recomienda que se tome lectura cada 10 minutos, a partir de que se alcance los 72°C , para obtener un total de 4 lecturas incluyendo la inicial, dentro de los 30 minutos (vea el cuadro 7).

1.12.2 Yogur batido

El primer PCC es sobre el tratamiento térmico durante la pasteurización a 82°C , cuyos objetivos son desnaturalizar entre 70 - 80% de la seroproteína de la leche y eliminar al máximo los microorganismos. Al igual que el Helado, se ha determinado que existe una variación de la temperatura de $\pm 2^{\circ}\text{C}$ por utilizar el mismo sistema y se recomienda que se tome lectura cada 10 minutos, a partir de que se alcance los 82°C , para obtener un total de 4 lecturas incluyendo la inicial, dentro de los 30 minutos (vea el cuadro 8).

El segundo PCC es el envasado, con la situación similar al Helado, en donde hay posibilidad de contaminación cruzada y por contaminación ambiental, por realizarse en los laboratorios o el salón de producción.

La conservación será con temperaturas sobre 0°C, esto propicia el crecimiento de microorganismos resistentes a la acidez del yogur. Se debe sellar los envases uniformemente e inmediatamente refrigerar a 4°C, todo esto no debe tardar más de 5 minutos en trasladar el producto a los cuartos fríos.

1.13 SISTEMA DE CONTROL DE RESULTADOS Y DOCUMENTACIÓN

Los registros son historiales de referencia válida, sobre los resultados de la producción de los alimentos, por lo que la documentación de los mismos ayuda a identificar con facilidad a cada producto.

Los registros están concentrados en los PCC y en los aspectos relacionados a su control, por lo que la documentación está presentado en la mayoría de los anexos de este proyecto; en resumen es formado por las siguientes partes:

- Información presentada por la tesis obtenida de la literatura citada, es útil porque son datos valiosos, los cuales serán utilizados para la verificación oficial anual.
- Diagrama de flujo del proceso de cada producto.
- Registros de los PCC de cada proceso.
- Los límites críticos y sus acciones correctivas.
- Monitoreo de los PCC.
- Verificación del sistema ARPCC.
- Modificaciones realizadas al sistema ARPCC.

Es recomendable conservar información complementaria, de otros aspectos sistemáticos del sistema ARPCC; en el caso de este proyecto se hace caso omiso de la mayoría de estos suplementos, debido al poco tiempo considerado como limitante, por lo que se le ha legado la responsabilidad a la planta de lácteos de Zamorano.

Algunos aspectos complementarios para el sistema ARPCC, son los siguientes:

- Conformación del equipo ARPCC y su entrenamiento.
- Datos sobre ingredientes y materias primas.
- Registros de control a proveedores.
- Documentación sobre calibración y mantenimiento de equipos.
- Actas de reuniones del equipo ARPCC.
- Manual de procedimientos del sistema ARPCC.
- Registros de las BPM y los POLD.

1.14 PROCEDIMIENTOS DE VERIFICACIÓN

La verificación es interna, ejecutada por los responsables del funcionamiento del Plan, es decir de Zamorano mismo, especialmente por el Jefe de la Planta de lácteos. En el cuadro 10, se muestra el formato a seguir para la verificación del sistema, en donde se han enfatizado tres aspectos globales:

- Evaluación del producto y el proceso.
- Evaluación del historial de la seguridad del producto.
- Evaluación de la suficiencia del sistema ARPCC.

1.15 REGISTRO DE MODIFICACIONES REALIZADAS AL SISTEMA ARPCC

Esta fase está prácticamente integrada a los procedimientos de verificación en el cuadro 10, especialmente durante la evaluación del producto y el proceso. Además, se puede enfatizar otras situaciones de influencia, para registrar las modificaciones al sistema ARPCC, por ejemplo:

- Si aparecen nuevos conocimientos sobre inocuidad del alimento.
- Si el alimento resulta implicado en un brote de enfermedad.
- Registros de modificaciones en el proceso del producto.
- Cuando ocurren cambios en el proceso, en los métodos de distribución o en el uso esperado del producto.

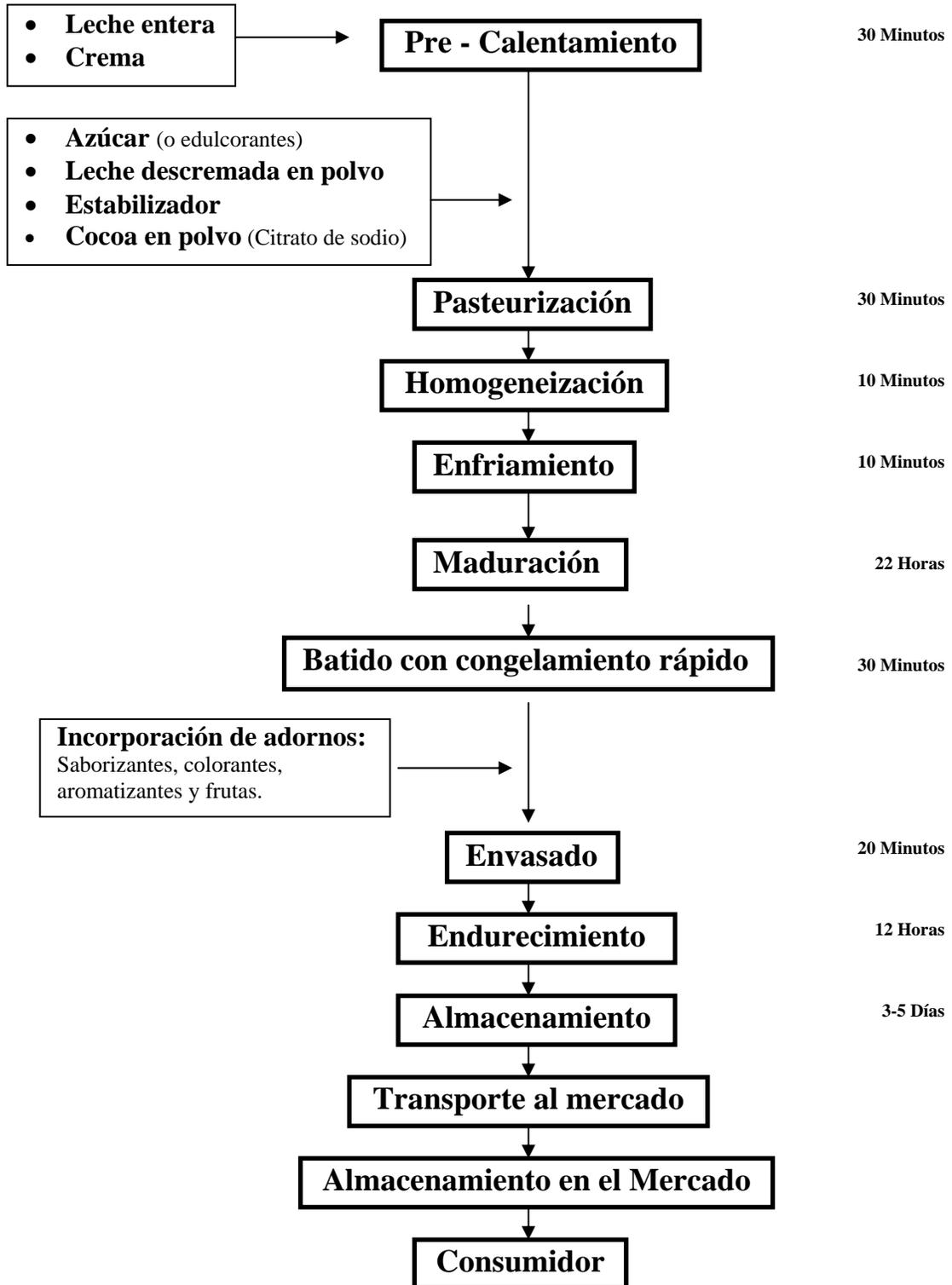


Figura 1. Diagrama de flujo de elaboración del Helado

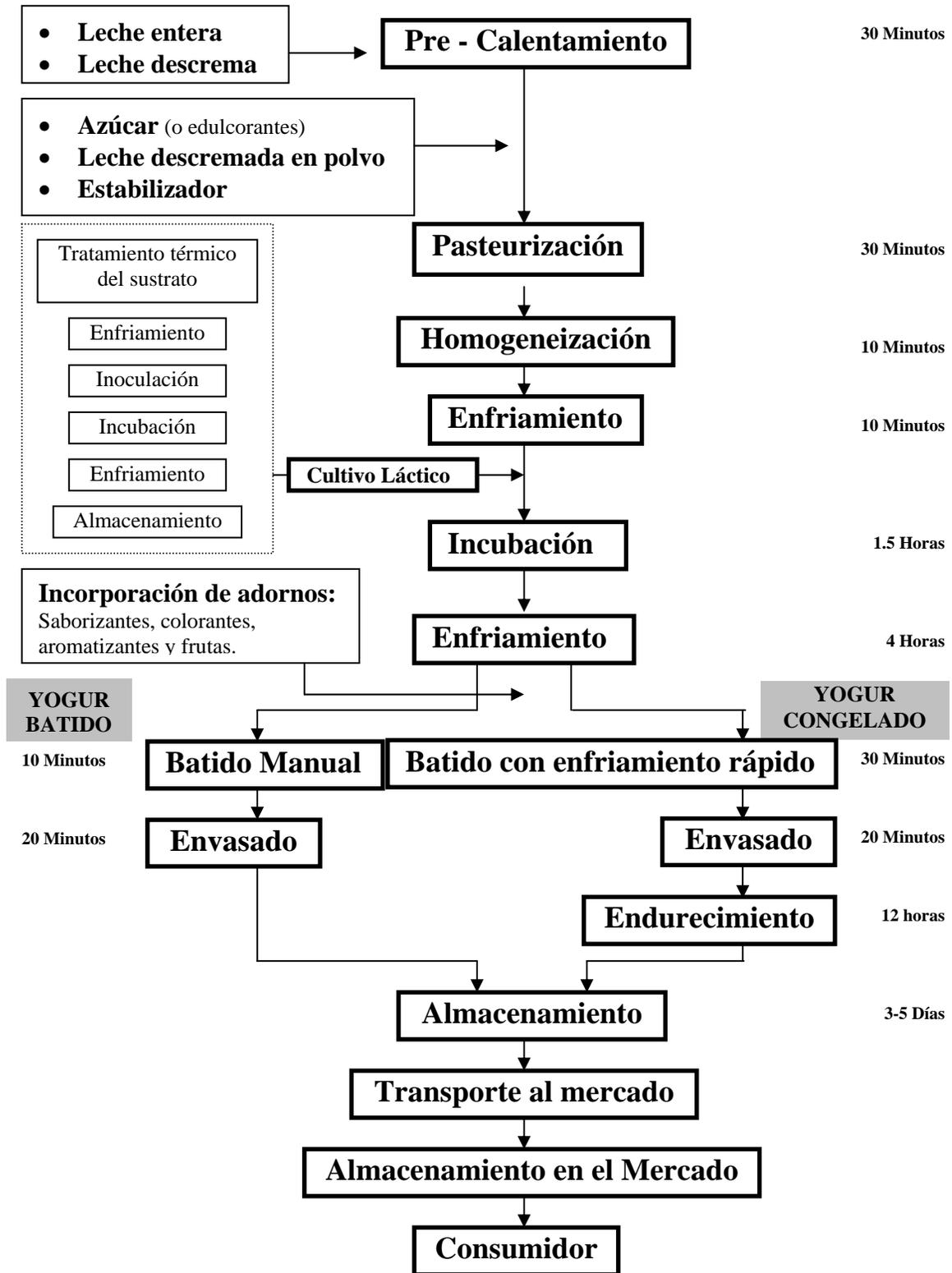


Figura 2. Diagrama de flujo de la elaboración de yogur batido y del yogur congelado

Cuadro 1. Análisis de peligros de contaminación en el procesamiento de Helado en el sistema de pasteurización por tandas

Las contaminaciones de mayor riesgo y severidad, son remarcadas con negrilla y se evaluarán posteriormente en los PCC.

CONTAMINACIÓN	PELIGRO	PREVENCIÓN	RIESGO	SEVERIDAD
ALMACENAMIENTO DE INGREDIENTES EN BODEGAS				
Biológico	Contaminación por ambiente.	Buenas Prácticas de Manufactura (BPM)	Alto	Media
	Contaminación por manipulación.	BPM	Alto	Media
	Recibo de materia prima altamente contaminada.	Mayor rotación de bodega y hacer muestreos al recibo.	Alto	Alta
	Presencia de Insectos y Roedores.	BPM	Bajo	Alta
Químico	Residuos de desinfectantes e insecticidas.	BPM, aseo periódico de bodegas.	Bajo	Alta
Físico	Acumulación de residuos de ingredientes.	BPM	Bajo	Baja
	Partículas extrañas en el ingrediente, residuos de plástico o cartón de empaques.	BPM	Bajo	Media
DESINFECCIÓN DEL EQUIPO				
Biológico	Mala desinfección del equipo.	Procedimientos Operacionales de Limpieza y Desinfección (SSOP's)	Bajo	Baja
	Uso de agua contaminada para enjuague.	Potabilización y filtrado.	Medio	Media
	Contaminación ambiental.	BPM y usar BioClean Ambiental.	Alto	Baja
Químico	Residuo de detergentes y cloro	SSOP's	Bajo	Baja
Físico	Pelo y secreciones por no usar mascarillas y redecillas.	BPM	Medio	Media
	Filamentos de cepillos de limpieza.	BPM	Bajo	Media
PRECALENTAMIENTO				
Biológico	Manipulación contaminante de los ingredientes (operador o estudiantes).	BPM	Medio	Media
	Contaminación ambiental.	BPM y usar BioClean Ambiental	Alto	Media
Químico	Incorporar agua contaminada con óxidos, al escurrir los recipientes que contienen algo de residuos de los ingredientes.	Reemplazo de tubería y filtrado	Medio	Baja
Físico	Pelo y secreciones por no usar mascarillas y redecillas.	BPM	Medio	Alta

PASTEURIZACIÓN				
Biológico	Interrupción del flujo de vapor durante la pasteurización.	Monitoreo de Calderas.	Bajo	Media
	Supervivencia de M.O. si no se aplica el tratamiento térmico adecuado.	Control de temperatura (70°C) y tiempo. (30 minutos)	Alto	Alta
	Contaminación ambiental.	BPM y usar BioClean Ambiental	Alto	Media
Físico	No usar mascarillas y redecillas.	BPM	Medio	Alta
HOMOGENEIZACIÓN				
Químico	Combinación de la mezcla con residuos de productos de limpieza atrapados.	Enjuague previo al tratamiento y desecho del primer Litro del producto.	Alto	Bajo
ENFRIAMIENTO				
Químico	Combinación de la mezcla con residuos de productos de limpieza.	Enjuague previo al tratamiento y desecho del primer Litro del producto.	Alto	Bajo
MADURACIÓN				
Biológico	Contaminación de la mezcla en el tonel de maduración.	SSOP's	Bajo	Baja
	No dejar bien tapado el tonel y abrir muchas veces ambas puertas del congelador.	BPM	Alto	Media
	Contaminación ambiental.	BPM y usar BioClean Ambiental	Alto	Baja
BATIDO Y ENFRIAMIENTO RÁPIDO				
Biológico	Manipulación contaminante de la mezcla (operador o estudiantes).	BPM	Medio	Media
	Contaminación ambiental, al incorporar aire para producir el "Sobre aumento".	BPM, tapar la ventanilla del batidor o usar una franela estéril como filtro y usar desinfectante como BioClean Ambiental.	Alto	Alta
Físico	No usar mascarillas y redecillas.	BPM	Medio	Alta
ENVASADO				
Biológico	Utilización de envases contaminados por el ambiente y Manipulación.	BPM, etiquetar inmediatamente después del llenado.	Alto	Alta
	Mal sellado del envase.	BPM	Bajo	Media
Físico	No usar mascarillas y redecillas.	BPM	Medio	Alta
	Derrame del producto fuera del envase.	BPM	Alto	Media

	Mal trato de las unidades comerciales.	BPM, no tirar envases y dejarlos en posición vertical.	Alto	Media
ENDURECIMIENTO (CONGELAMIENTO)				
Físico	Mal trato de las unidades comerciales.	BPM (igual que envasado)	Alto	Media
ALMACENAMIENTO EN CÁMARAS FRÍAS				
Físico	Mal trato de las unidades comerciales.	BPM (igual que envasado)	Alto	Media
TRANSPORTE AL MERCADO				
Biológico	La temperatura del producto bajó de la adecuada.	Control de temperatura (-12°C) de cuartos fríos, cerrar puertas.	Bajo	Bajo
Físico	Mal trato de los recipientes comerciales del producto.	BPM (igual que envasado)	Alto	Media
ALMACENAMIENTO EN EL MERCADO				
Biológico	La temperatura del producto bajó de la adecuada.	Control de temperatura (-12°C) de cuartos fríos, cerrar puertas.	Bajo	Bajo
Físico	Mal trato de las unidades comerciales.	BPM (igual que envasado)	Alto	Media
CONSUMO				
Biológico	Mantener el producto mucho tiempo fuera de refrigeración al trasladarlo al hogar.	Incluir un aviso en el recipiente, que indique mantenerlo refrigerado.	Medio	Media
	Consumir el producto con utensilios contaminados.	Entrega de cucharillas plásticas limpias y embolsadas.	Bajo	Media
Químico	Contaminación ambiental una vez destapado el producto.	Incluir un aviso en el recipiente, que indique tiempo máximo de consumo post apertura del mismo.	Alto	Media

Cuadro 2. Análisis de peligros de contaminación en el procesamiento de yogur batido en el sistema de pasteurización por tandas

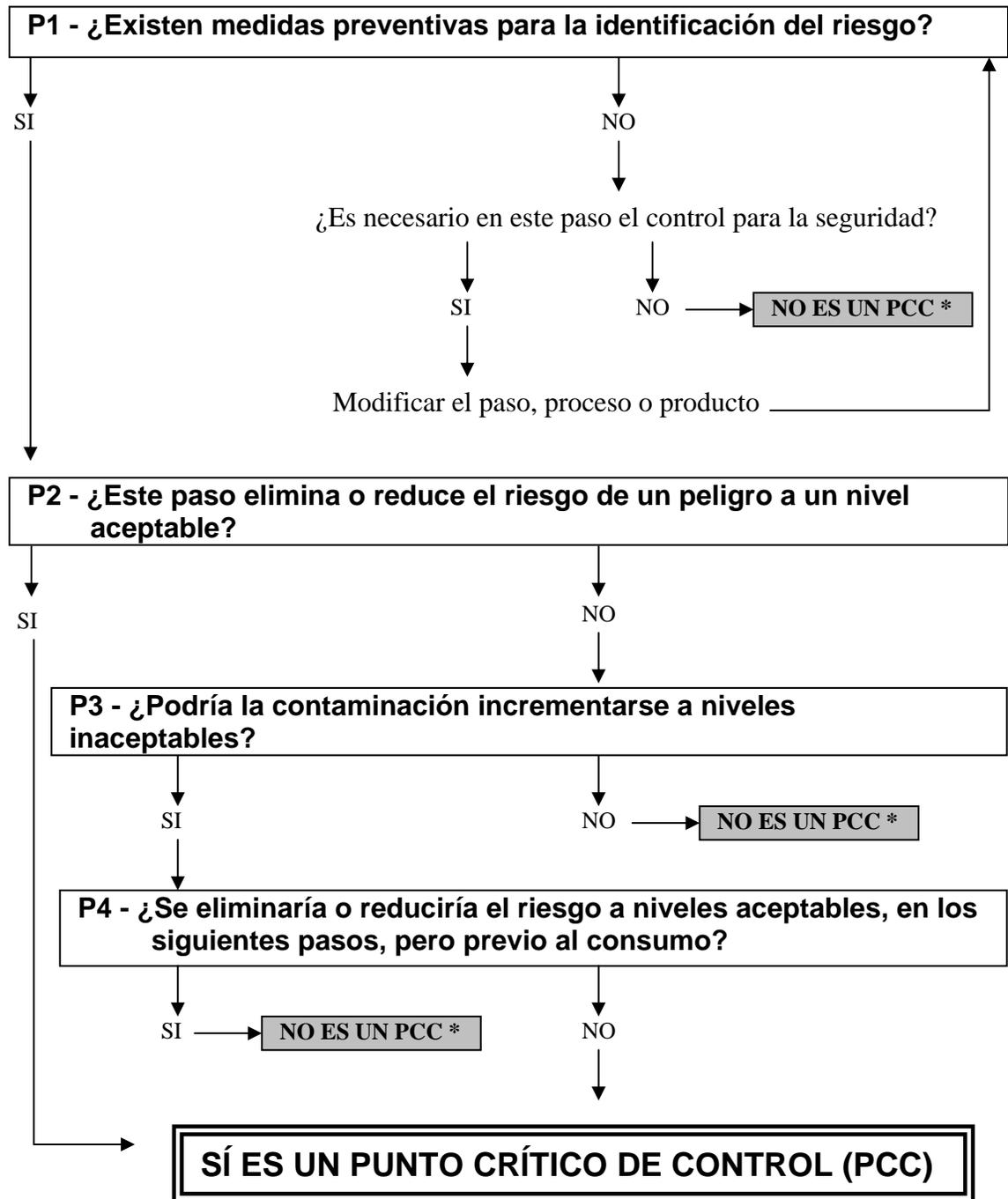
Las contaminaciones de mayor riesgo y severidad, son remarcadas con negrilla y se evaluarán posteriormente en los PCC.

CONTAMINACIÓN	PELIGRO	PREVENCIÓN	RIESGO	SEVERIDAD
ALMACENAMIENTO DE INGREDIENTES EN BODEGAS				
Biológico	Contaminación por ambiente.	Buenas Prácticas de Manufactura (BPM)	Alto	Media
	Contaminación por manipulación.	BPM	Alto	Media
	Recibo de materia prima contaminada.	Mayor rotación de bodega y hacer muestreos al recibo.	Alto	Alta
	Presencia de Insectos y Roedores.	BPM	Bajo	Alta
Químico	Residuos de desinfectantes e insecticidas.	BPM, aseo periódico de bodegas.	Bajo	Alta
Físico	Acumulación de residuos de ingredientes.	BPM	Bajo	Baja
	Partículas extrañas en el ingrediente, residuos de plástico o cartón de empaques.	BPM	Bajo	Media
DESINFECCIÓN DEL EQUIPO				
Biológico	Mala desinfección del equipo.	Procedimientos Operacionales de Limpieza y Desinfección (SSOP's)	Bajo	Baja
	Uso de agua contaminada para enjuague.	Potabilización y filtrado.	Medio	Media
	Contaminación ambiental.	BPM y usar BioClean Ambiental.	Alto	Baja
Químico	Residuo de detergentes y cloro	SSOP's	Bajo	Baja
Físico	Pelo y secreciones por no usar mascarillas y redecillas.	BPM	Medio	Media
	Filamentos de cepillos de limpieza.	BPM	Bajo	Media
PRECALENTAMIENTO				
Biológico	Manipulación contaminante de los ingredientes (operador o estudiantes).	BPM	Medio	Media
	Contaminación ambiental.	BPM y usar BioClean Ambiental	Alto	Media
Químico	Incorporar agua contaminada con óxidos, al escurrir los recipientes que contienen algo residuos de los ingredientes.	Reemplazo de tubería y filtrado	Medio	Baja
Físico	Pelo y secreciones por no usar mascarillas y redecillas.	BPM	Medio	Alta

PASTEURIZACIÓN				
Biológico	Interrupción del flujo de vapor durante la pasteurización.	Monitoreo de Calderas.	Bajo	Media
	Supervivencia de M.O. si no se aplica el tratamiento térmico adecuado.	Control de temperatura (82°C) y tiempo. (30 minutos)	Alto	Alta
	Contaminación ambiental.	BPM y usar BioClean Ambiental	Alto	Media
Físico	No usar mascarillas y redecillas.	BPM	Medio	Alta
HOMOGENEIZACIÓN				
Químico	Combinación de la mezcla con residuos de productos de limpieza atrapados.	Enjuague previo al tratamiento y desecho del primer Litro del producto.	Alto	Bajo
ENFRIAMIENTO				
Químico	Combinación de la mezcla con residuos de productos de limpieza.	Enjuague previo al tratamiento y desecho del primer Litro del producto.	Alto	Bajo
INOCULACIÓN				
Biológico	Proliferación de otros microorganismos no deseados en el cultivo láctico, por mal procedimiento, e incluirlos en la mezcla.	Esterilizar el equipo en autoclave y BPM. Realizar procedimiento adecuado.	Alto	Alta
INCUBACIÓN				
Biológico	Proliferación de otros microorganismos.	Revisar el registro de temperatura y tiempo de la pasteurización.	Medio	Medio
Químico	No alcanzar la acidez adecuada (0.3%) y como consecuencia el producto no será bien preservado.	Medir e Inocular la cantidad necesaria del cultivo láctico (2.5 - 3%) y controlar la temperatura adecuada (45°C) del tanque incubador, durante 1-1.5 horas.	Alto	Alta
Físico	No usar mascarillas y redecillas.	BPM	Medio	Alta
ENFRIAMIENTO				
Biológico	Contaminación de los tambos en los cuartos fríos.	Tapar los tambos y no ir al despacho a través de los cuartos fríos.	Medio	Bajo
Químico	Dejar sobrepasar la acidez del yogur, por actividad microbiana del cultivo láctico.	Control de temperatura adecuada (4°C) de los cuartos fríos en el tiempo adecuado (2h).	Medio	Bajo
Físico	No usar mascarillas y redecillas.	BPM	Medio	Alta

BATIDO				
Biológico	Manipulación contaminante de los ingredientes (operador o estudiantes).	BPM	Alto	Media
	Contaminación ambiental	BPM y usar un desinfectante como BioClean Ambiental.	Alto	Media
Físico	Limaduras de metal por el raspado de los recipientes por los batidores.	Evitar raspar las paredes de los tambos metálicos con el batidor.	Medio	Bajo
ENVASADO Y SELLADO				
Biológico	Utilización de envases contaminados por el ambiente y Manipulación.	BPM, etiquetar inmediatamente después del llenado.	Alto	Alta
Físico	No usar mascarillas y redecillas.	BPM	Medio	Alta
	Mal sellado del envase.	BPM	Bajo	Media
	Derrame del producto fuera del envase, (puede ser sustrato para hongos).	BPM	Alto	Media
	Mal trato de las unidades comerciales.	BPM, no tirar envases.	Alto	Media
ALMACENAMIENTO EN CÁMARAS FRÍAS				
Biológico	Perder la temperatura adecuada.	Control de temperatura de cuartos fríos (4°C), cerrar puertas.	Bajo	Bajo
Físico	Mal trato de las unidades comerciales.	BPM (igual que envasado)	Alto	Media
TRANSPORTE AL MERCADO				
Biológico	Perder la temperatura adecuada	Control de temperatura de cuartos fríos (4°C), cerrar puertas.	Bajo	Bajo
Físico	Mal trato de los recipientes del producto.	BPM (igual que envasado)	Alto	Media
ALMACENAMIENTO EN EL MERCADO				
Químico	Dejar sobrepasar la acidez del yogur, por actividad microbiana del cultivo.	Control de temperatura adecuada (4°C) de los cuartos fríos.	Alto	Alta
Físico	Mal trato de las unidades comerciales.	BPM (igual que envasado)	Alto	Media
CONSUMO				
Biológico	Mantener el producto mucho tiempo fuera de refrigeración al trasladarlo al hogar.	Incluir un aviso en el recipiente, que indique mantenerlo refrigerado.	Medio	Media
	Consumir con utensilios contaminados.	Entrega de cucharillas plásticas.	Bajo	Media
Químico	Contaminación ambiental al destapar el producto. Detallar en las etiquetas que el producto debe ser refrigerado 5°C.	Incluir un aviso en el recipiente, que indique tiempo máximo de consumo post apertura del mismo.	Alto	Media

A continuación se presenta el árbol de decisiones, usado para detectar los puntos críticos de control (PCC), en el proceso de cada producto:



* Si no es un PCC, analice el siguiente paso del proceso

Figura 3. Árbol de decisiones para determinar los PCC

Cuadro 3. Determinación de puntos críticos de control en el procesamiento de Helado en el sistema de pasteurización por tandas

Etapa del Proceso	Descripción del Peligro	Medida de Prevención	Respuestas al árbol de decisiones				¿Es un PCC?
			P1	P2	P3	P4	
Almacenamiento de ingredientes en bodegas	Recibo de materia prima contaminada.	Mayor rotación de bodega y hacer muestreos al recibo. Usar ingredientes certificados	SI	NO	SI	SI	NO
Pasteurización	Supervivencia de M.O. si no se aplica el tiempo (30 minutos) y la temperatura adecuada (70°C).	Control de temperatura y ajuste de tiempo.	SI	SI	--	--	SI
Batido y enfriamiento rápido	Contaminación ambiental, al incorporar aire para producir el "Sobre aumento".	BPM, tapar la ventanilla del batidor o usar un filtro y usar "BioClean" Ambiental	SI	NO	NO	--	NO
Envasado	Utilización de envases contaminados por el ambiente y Manipulación.	BPM, etiquetar inmediatamente después del llenado.	SI	NO	NO	SI	NO

Cuadro 4. Determinación de puntos críticos de control en el procesamiento de yogur batido en el sistema de pasteurización por tandas

Etapa del Proceso	Descripción del Peligro	Medida de Prevención	Respuestas al árbol de decisiones				¿Es un PCC?
			P1	P2	P3	P4	
Almacenamiento de ingredientes en bodegas	Recibo de materia prima contaminada.	Mayor rotación de bodega y hacer muestreos al recibo.	SI	NO	SI	SI	NO
Pasteurización	Supervivencia de patógenos si no se aplica el tiempo (30 minutos) y la temperatura adecuada (82°C).	Control de temperatura y ajuste de tiempo.	SI	SI	--	--	SI
Inoculación	Proliferación de otros microorganismos no deseados en el cultivo láctico, por mal procedimiento e incluirlos en la mezcla.	Esterilizar el equipo en autoclave y BPM. Realizar procedimiento adecuado.	SI	NO	NO	--	NO
Incubación	No alcanzar la acidez adecuada (0.3%) en el tiempo adecuado y como consecuencia el producto no será bien preservado.	Medir e Inocular la cantidad necesaria del cultivo láctico (2.5 –3%) y controlar la temperatura adecuada (43°C) del tanque incubador, durante 1–1.5 horas.	SI	NO	NO	--	NO
Envasado	Utilización de envases contaminados por el ambiente y Manipulación.	BPM, etiquetar inmediatamente después del llenado.	SI	NO	SI	NO	SI
Almacenamiento En El Mercado	Dejar sobrepasar la acidez del yogur, por actividad microbiana del cultivo láctico.	Control de temperatura adecuada (4°C) de los cuartos fríos.	SI	NO	NO	--	NO

Cuadro 5. Determinación de límites críticos y acciones correctivas para cada PCC, en el procesamiento de Helado, en el sistema de pasteurización por tandas

Se plantean los límites críticos para cada PCC, como tolerancia absoluta para la seguridad y se recomendarán los límites operacionales para reducir la probabilidad de llegar a los puntos críticos, tomando en cuenta la variabilidad del proceso.

Descripción del Peligro	Medida de Prevención	Límites Críticos de Control	Límites Operacionales	Acciones Correctivas al Exceder los Límites Críticos de Control	
				Límite Inferior	Límite Superior
HELADO					
Pasteurización					
Supervivencia de MO. Si no se aplica el tiempo y la temperatura adecuada.	Control del tiempo (30 minutos) y la temperatura adecuada (70°C).	Aplicar estrictamente un mínimo de 70°C y un máximo de 74°C durante 30 minutos.	Existe una variación de $\pm 2^\circ\text{C}$, debido al control manual del vapor, entonces se debe mantener a 72°C por 30 minutos.	Abra más la válvula de presión del vapor y regule a 72°C con un termómetro estéril. Mantenga a 72°C y aplique extra la misma cantidad de minutos, en los que estuvo por debajo de 70°C. Si la pasteurización fue muy irregular, retorne la mezcla para repetir el proceso correctamente.	Cierre más la válvula de presión del vapor y regule a 72°C con un termómetro estéril. Una alza favorece el tratamiento para M.O., pero aumenta costos y puede desarrollar sabor a cocido. Combine con otra tanda de mezcla, desde $\frac{1}{4}$ a $\frac{1}{3}$ de la cantidad de la mezcla inicial, según sea la intensidad del sabor.

Cuadro 6. Determinación de límites críticos y acciones correctivas para cada PCC, en el procesamiento de yogur batido, en el sistema de pasteurización por tandas

Se plantean los límites críticos para cada PCC, como tolerancia absoluta para la seguridad y se recomendarán los límites operacionales para reducir la probabilidad de llegar a los puntos críticos, tomando en cuenta la variabilidad del proceso.

Descripción del Peligro	Medida de Prevención	Límites Críticos de Control	Límites Operacionales	Acciones Correctivas al Exceder los Límites Críticos de Control	
				Límite Inferior	Límite Superior
YOGUR BATIDO					
Pasteurización					
Supervivencia de MO. Si no se aplica el tiempo (30 minutos) y la temperatura adecuada (82°C).	Control del tiempo y la temperatura adecuada.	Aplicar estrictamente un mínimo de 82°C y un máximo de 86°C durante 30 minutos.	Existe una variación de $\pm 2^\circ\text{C}$, debido al control manual del vapor, entonces se debe mantener a 84°C por 30 minutos.	Abra más la válvula de presión del vapor y regule a 84°C con un termómetro estéril.	Cierre más la válvula de presión del vapor y regule a 84°C con un termómetro estéril.
				Mantenga a 84°C y aplique extra la misma cantidad de minutos, en los que estuvo por debajo de 82°C.	Si obtiene sabor cocido, prepare otra mezcla desde $\frac{1}{4}$ a $\frac{1}{3}$ de la cantidad de la mezcla inicial, según sea la intensidad del sabor; pasteurice e incorpore a la inicial cuando antes de inocular el cultivo.
Envasado					
Utilización de envases contaminados por el ambiente y Manipulación.	BPM, etiquetar inmediatamente después del llenado.	Sellar los envases uniformemente e inmediatamente Refrigerar a 4°C.	No tardar más de 5 minutos en trasladar el producto a los cuartos fríos.	Si los envases han sido extraídos de su empaque desde hace mucho tiempo, mejor reemplazarlos.	Si el envasado se ha prolongado más de 5m, transferir a las cámaras de -12°C por 30m y luego al de 4°C.

Cuadro 7. Formato de monitoreo para los PCC en el procesamiento de Helado en el sistema de pasteurización por tandas

Producto	Fecha / # Lote	Tratamiento Térmico -°C (lectura cada 10 min)			Firma del Encargado	Observaciones
		Hora	Pasteurizado	Enfriado		
			72			
			72			
			72			
			72			

Cuadro 10. Formato para la verificación del sistema ARPCC en la producción de helado y yogur en la planta procesadora de lácteos de Zamorano

Producto:	Planta:	Fecha:
Aprobación dirigida por:		

Punto a considerar	Sí	No	Si es positivo Describe	¿Implica la Seguridad del alimento?	¿Las modificaciones son dirigidas al plan de ARPCC o el Análisis de Riesgos?
EVALUACIÓN DEL PRODUCTO Y DEL PROCESO					
¿La descripción del producto cambió?					
¿Los ingredientes / empaquetado cambiaron?					
¿Hay nuevo tipo de consumo del producto?					
¿Hay otros métodos del almacenamiento?					
¿Hay nuevo proveedor?					

¿El diagrama de flujo de proceso cambió?					
¿Los equipos cambiaron?					
¿El personal cambió?					
¿Cambió la distribución del producto final?					
¿El Volumen de la producción cambió?					
EVALUACIÓN DEL HISTORIAL DE LA SEGURIDAD DEL PRODUCTO					
¿Los PCCs se desvían demasiado?					
¿Hubo devoluciones del producto?					
¿Emergieron nuevos riesgos?					
¿Hubo alguna queja de seguridad de la comida por el consumidor?					

EVALUACIÓN DE LA SUFICIENCIA DEL SISTEMA ARPCC

¿Los CCPs controlan los riesgos?					
¿Los límites críticos son adecuados?					
¿Los métodos de monitoreo y su frecuencia identifican las desviaciones de los PCCs?					
¿Las acciones correctivas corrigen y controlan las desviaciones?					
¿Los procedimientos de registro son adecuados?					
¿Las actividades de la verificación, incluyen supervisión para la calibración de los instrumentos del proceso?					
¿La comprobación incluye revisión de quejas del consumidor?					
¿La comprobación incluye revisión de archivos?					
¿Las BPM y/o SSOPs identificados en el análisis de riesgos, todavía reducen la probabilidad de riesgos eficazmente?					

Anexo 2. Muestreo Microbiológico del HELADO - (PRE - ARPCC)

Fuente de parámetros: Vanderzant y Splittstoesser, 1992

Cuadro 11. Prueba de Inocuidad para el Agua de Dilución

Fecha	UFC / g	Resultado
5 Mayo	6	Insuficiente
11 Mayo	0	Bueno
19 Mayo	0	Bueno
26 Mayo	9	Insuficiente
2 Junio	2	Aceptable

Cuadro 12. Parámetros del Grado de Contaminación

Medio	Máx UFC/g
VRBA	10
PCA	50,000
PDA	10
Agua Dilución	0
Testigo	0

Cuadro 13. Conteo de Coliformes totales en VRBA

Fecha	Duplicado	-1	-2	-3	-4	Testigo	UFC / g	Resultado	
5 Mayo	A	0	0	0	--	0	<10	1.0E+01	Bueno (estimado)
	B	0	0	0	--				
11 Mayo	A	0	0	0	--	0	<10	1.0E+01	Bueno (estimado)
	B	0	0	0	--				
19 Mayo	A	0	0	0	--	0	<10	1.0E+01	Bueno (estimado)
	B	0	0	0	--				
26 Mayo	A	0	0	0	--	0	<10	1.0E+01	Bueno (estimado)
	B	0	0	0	--				
2 Junio	A	0	0	0	--	0	<10	1.0E+01	Bueno (estimado)
	B	0	0	0	--				

Cuadro 14. Conteo de Bacterias totales en PCA

Fecha	Duplicado	-1	-2	-3	-4	Testigo	UFC / g	Resultado	
5 Mayo	A	--	25	12	2	5	1348	1.3E+03	Bueno
	B	--	3	84	8				
11 Mayo	A	--	8	5	1	0	770	7.7E+02	Bueno (estimado)
	B	--	8	1	15				
19 Mayo	A	--	5	1	1	0	337	3.4E+02	Bueno (estimado)
	B	--	2	2	3				
26 Mayo	A	--	6	3	5	4	626	6.3E+02	Bueno (estimado)
	B	--	7	9	3				
2 Junio	A	--	2	2	3	1	193	1.9E+02	Bueno (estimado)
	B	--	2	0	0				

Cuadro 15. Conteo de Mohos y Levaduras totales en PDA

Fecha	Duplicado	-1	-2	-3	-4	Testigo	UFC / g	Resultado	
5 Mayo	A	0	3	--	--	3	<100	1.0E+02	Bueno (estimado)
	B	0	0	--	--				
11 Mayo	A	0	0	--	--	0	<100	1.0E+02	Bueno (estimado)
	B	0	1	--	--				
19 Mayo	A	0	0	--	--	0	<100	1.0E+02	Bueno (estimado)
	B	0	0	--	--				
26 Mayo	A	0	0	--	--	0	<100	1.0E+02	Bueno (estimado)
	B	0	0	--	--				
2 Junio	A	5	12	--	--	2	530	5.3E+02	Insuficiente (estimado)
	B	6	4	--	--				

Anexo 3. Muestreo Microbiológico del HELADO - (POST - ARPCC)

Fuente de parámetros: Vanderzant y Splittstoesser, 1992

Cuadro 16. Prueba de Inocuidad para el Agua de Dilución

Fecha	UFC / g	Resultado
9 Junio	2	Aceptable
16 Junio	3	Aceptable
22 Junio	1	Aceptable
29 Junio	1	Aceptable
7 Julio	2	Aceptable

Cuadro 17. Parámetros del Grado de Contaminación

Medio	Máx UFC/g
VRBA	10
PCA	50,000
PDA	10
Agua Dilución	0
Testigo	0

Cuadro 18. Conteo de Coliformes totales en VRBA

Fecha	Duplicado	-1	-2	-3	-4	Testigo	UFC / g	Resultado	
9-Jun	A	0	0	0	--	0	<10	1.0E+01	Bueno (estimado)
	B	0	0	0	--				
16-Jun	A	0	0	0	--	0	<10	1.0E+01	Bueno (estimado)
	B	0	0	0	--				
22-Jun	A	0	0	0	--	0	<10	1.0E+01	Bueno (estimado)
	B	0	0	0	--				
29-Jun	A	0	0	0	--	0	<10	1.0E+01	Bueno (estimado)
	B	0	0	0	--				
6-Jul	A	0	0	0	--	0	<10	1.0E+01	Bueno (estimado)
	B	0	0	0	--				

Cuadro 19. Conteo de Bacterias totales en PCA

Fecha	Duplicado	-1	-2	-3	-4	Testigo	UFC / g	Resultado	
9-Jun	A	--	5	2	6	0	1396	1.4E+03	Bueno (estimado)
	B	--	24	3	3				
16-Jun	A	--	8	6	9	1	915	9.2E+02	Bueno (estimado)
	B	--	11	3	11				
22-Jun	A	--	5	2	2	1	578	5.8E+02	Bueno (estimado)
	B	--	7	1	2				
29-Jun	A	--	2	2	1	0	289	2.9E+02	Bueno (estimado)
	B	--	4	1	1				
6-Jul	A	--	8	7	3	0	674	6.7E+02	Bueno (estimado)
	B	--	6	8	1				

Cuadro 20. Conteo de Mohos y Levaduras totales en PDA

Fecha	Duplicado	-1	-2	-3	-4	Testigo	UFC / g	Resultado	
9-Jun	A	8	11	--	--	3	820	8.2E+02	Insuficiente (estimado)
	B	9	17	--	--				
16-Jun	A	4	0	--	--	5	240	2.4E+02	Insuficiente (estimado)
	B	1	4	--	--				
22-Jun	A	0	0	--	--	0	<100	1.0E+02	Bueno (estimado)
	B	0	0	--	--				
29-Jun	A	0	0	--	--	0	<100	1.0E+02	Bueno (estimado)
	B	0	0	--	--				
6-Jul	A	0	0	--	--	0	<100	1.0E+02	Bueno (estimado)
	B	0	0	--	--				

Anexo 4. Muestreo Microbiológico del YOGUR BATIDO - (PRE - ARPCC)

Fuente de parámetros: Vanderzant y Splittstoesser, 1992

Cuadro 21. Prueba de Inocuidad para el Agua de Dilución

Fecha	UFC / g	Resultado
1 Mayo	--	--
8 Mayo	--	--
15 Mayo	0	Bueno
22 Mayo	11	Insuficiente
29 Junio	0	Aceptable

Cuadro 22. Parámetros del Grado de Contaminación

Medio	Máx UFC/g
VRBA	10
PCA	30,000
PDA	10
Agua Dilución	0
Testigo	0

Cuadro 23. Conteo de Coliformes totales en VRBA

Fecha	Duplicado	-1	-2	-3	-4	Testigo	UFC / g	Resultado	
1 Mayo	A	--	--	--	--	--	--	No se procesó por el día del trabajador	
	B	--	--	--	--				
8 Mayo	A	--	--	--	--	--	--	No se procesó por suficiente existencia	
	B	--	--	--	--				
15 Mayo	A	0	0	0	--	0	<10	1.0E+01	Bueno (estimado)
	B	0	0	0	--				
22 Mayo	A	0	0	0	--	0	<10	1.0E+01	Bueno (estimado)
	B	0	0	0	--				
29 Junio	A	0	0	0	--	0	<10	1.0E+01	Bueno (estimado)
	B	0	0	0	--				

Cuadro 24. Conteo de Bacterias totales en PCA

Fecha	Duplicado	-1	-2	-3	-4	Testigo	UFC / g	Resultado	
1 Mayo	A	--	--	--	--	--	--	No se procesó por el día del trabajador	
	B	--	--	--	--				
8 Mayo	A	--	--	--	--	--	--	No se procesó por suficiente existencia	
	B	--	--	--	--				
15 Mayo	A	--	16	5	6	0	1811	1.8E+03	Bueno (estimado)
	B	--	10	2	1				
22 Mayo	A	--	2	9	3	6	1184	1.2E+03	Bueno (estimado)
	B	--	15	16	10				
29 Junio	A	--	10	3	0	0	1184	1.2E+03	Bueno (estimado)
	B	--	7	0	0				

Cuadro 25. Conteo de Mohos y Levaduras totales en PDA

Fecha	Duplicado	-1	-2	-3	-4	Testigo	UFC / g	Resultado	
1 Mayo	A	--	--	--	--	--	--	No se procesó por el día del trabajador	
	B	--	--	--	--				
8 Mayo	A	--	--	--	--	--	--	No se procesó por suficiente existencia	
	B	--	--	--	--				
15 Mayo	A	4	2	--	--	0	490	4.9E+02	Insuficiente (estimado)
	B	3	0	--	--				
22 Mayo	A	6	12	--	--	1	910	9.1E+02	Insuficiente (estimado)
	B	7	5	--	--				
29 Junio	A	6	1	--	--	1	980	9.8E+02	Insuficiente (estimado)
	B	8	0	--	--				

Anexo 5. Muestreo Microbiológico del YOGUR BATIDO - (POST - ARPCC)

Fuente de parámetros: Vanderzant y Splittstoesser, 1992

Cuadro 26. Prueba de Inocuidad para el Agua de Dilución

Fecha	UFC / g	Resultado
5 Junio	3	Aceptable
12 junio	0	Bueno
19 junio	0	Bueno
26 junio	--	--
6 julio	0	Bueno

Cuadro 27. Parámetros del Grado de Contaminación

Medio	Máx UFC/g
VRBA	10
PCA	30,000
PDA	10
Agua Dilución	0
Testigo	0

Cuadro 28. Conteo de Coliformes totales en VRBA

Fecha	Duplicado	-1	-2	-3	-4	Testigo	UFC / g	Resultado	
5-Jun	A	0	0	0	--	0	<10	1.0E+01	Bueno (estimado)
	B	0	0	0	--				
12-Jun	A	0	0	0	--	0	<10	1.0E+01	Bueno (estimado)
	B	0	0	0	--				
19-Jun	A	0	0	0	--	0	<10	1.0E+01	Bueno (estimado)
	B	0	0	0	--				
26-Jun	A	--	--	--	--	--	--	No se procesó por no haber vasos plásticos	
	B	--	--	--	--				
6-Jul	A	0	0	0	--	0	<10	1.0E+01	Bueno (estimado)
	B	0	0	0	--				

Cuadro 29. Conteo de Bacterias totales en PCA

Fecha	Duplicado	-1	-2	-3	-4	Testigo	UFC / g	Resultado	
5-Jun	A	--	22	3	4	0	5432	5.4E+03	Bueno
	B	--	56	5	0				
12-Jun	A	--	9	1	2	2	1114	1.1E+03	Bueno (estimado)
	B	--	7	1	1				
19-Jun	A	--	6	0	8	1	488	4.9E+02	Bueno (estimado)
	B	--	1	6	4				
26-Jun	A	--	--	--	--	--	--	No se procesó por no haber vasos plásticos	
	B	--	--	--	--				
6-Jul	A	--	6	2	4	0	557	5.6E+02	Bueno (estimado)
	B	--	2	1	2				

Cuadro 30. Conteo de Mohos y Levaduras totales en PDA

Fecha	Duplicado	-1	-2	-3	-4	Testigo	UFC / g	Resultado	
5-Jun	A	11	2	--	--	3	1460	1.5E+03	Insuficiente (estimado)
	B	10	9	--	--				
12-Jun	A	0	0	--	--	0	<100	1.0E+02	Bueno (estimado)
	B	0	0	--	--				
19-Jun	A	2	0	--	--	0	140	1.4E+02	Insuficiente (estimado)
	B	0	0	--	--				
26-Jun	A	--	--	--	--	--	--	No se procesó por no haber vasos plásticos	
	B	--	--	--	--				
6-Jul	A	0	0	--	--	0	<100	1.0E+02	Bueno (estimado)
	B	0	0	--	--				

Anexo 6. Muestreo de los Ingredientes para el procesamiento de Helado y Yogur

Fuente de parámetros: Vanderzant y Splittstoesser, 1992

Cuadro 31. Conteo de Coliformes totales en VRBA

Fecha	Duplicado	-1	-2	-3	-4	Testigo	UFC / g	Resultado
Leche Descremada en Polvo								
28 Junio	A	0	0	0	--	0	<10	1.0E+01
	B	0	0	0	--			
3 Julio	A	0	0	0	--	0	<10	1.0E+01
	B	0	0	0	--			
Estabilizadores								
28 Junio	A	3	0	0	--	0	45	4.5E+01
	B	6	0	0	--			
3 Julio	A	1	0	0	--	0	5	5.0E+00
	B	0	0	0	--			
Azucar Granulada de Caña								
28 Junio	A	5	2	0	--	0	25	2.5E+01
	B	0	0	0	--			
3 Julio	A	0	0	0	--	0	<10	1.0E+01
	B	0	0	0	--			
Cocoa en Polvo								
28 Junio	A	4	0	0	--	0	40	4.0E+01
	B	4	0	0	--			
3 Julio	A	0	0	0	--	0	<10	1.0E+01
	B	0	0	0	--			

Cuadro 32. Parámetros del Grado de Contaminación

Medio	Máx UFC/g
Leche Desc. en Polvo	
VRBA	10
PCA	100,000
PDA	100
Estabilizadores	
VRBA	10
PCA	50,000
PDA	100
Azúcar Granulada	
VRBA	10
PCA	10,000
PDA	100
Cocoa en polvo	
VRBA	10
PCA	100,000
PDA	1,000
Pruebas	
Testigo	0
Agua Dil.	0

Cuadro 33. Conteo de Bacterias totales en PCA

Fecha	Duplicado	-1	-2	-3	-4	Testigo	UFC / g	Resultado
Leche Descremada en Polvo								
28 Junio	A	--	94	71	19	1	11750	1.2E+04
	B	--	141	58	20			
3 Julio	A	--	13	1	0	0	1200	1.2E+03
	B	--	11	2	0			
Estabilizadores								
28 Junio	A	--	68	9	1	1	7350	7.4E+03
	B	--	79	10	2			
3 Julio	A	--	1	1	0	0	100	1.0E+02
	B	--	1	0	0			
Azucar Granulada de Caña								
28 Junio	A	--	622	46	20	1	50000	5.0E+04
	B	--	264	54	10			
3 Julio	A	--	44	15	4	0	4000	4.0E+03
	B	--	36	5	7			
Cocoa en Polvo								
28 Junio	A	--	Incont.	Incont.	183	1	2185000	2.2E+06
	B	--	Incont.	Incont.	254			
3 Julio	A	--	Incont.	164	10	0	145500	1.5E+05
	B	--	Incont.	127	17			

Cuadro 34. Pruebas de Inocuidad de los Medios

Medio	UFC / g
28 de Junio	
VRBA	0
PCA	1
PDA	0
Agua Dil.	1
3 de julio	
VRBA	0
PCA	0
PDA	1
Agua Dil.	2

Cuadro 35. Conteo de Mohos y Levaduras totales en PDA

Fecha	Duplicado	-1	-2	-3	-4	Testigo	UFC / g	Resultado
Leche Descremada en Polvo								
28 Junio	A	30	0	--	--	0	2250	2.3E+03
	B	15	2	--	--			
3 Julio	A	0	0	--	--	1	<100	1.0E+02
	B	0	0	--	--			
Estabilizadores								
28 Junio	A	18	12	--	--	0	1600	1.6E+03
	B	14	8	--	--			
3 Julio	A	0	0	--	--	1	<100	1.0E+02
	B	0	0	--	--			
Azucar Granulada de Caña								
28 Junio	A	1	0	--	--	0	100	1.0E+02
	B	1	0	--	--			
3 Julio	A	0	0	--	--	1	<100	1.0E+02
	B	0	0	--	--			
Cocoa en Polvo								
28 Junio	A	8	0	--	--	0	600	6.0E+02
	B	4	1	--	--			
3 Julio	A	0	0	--	--	1	<100	1.0E+02
	B	0	0	--	--			

Anexo 7. Muestréos Alternos al proceso de Helado y Yogur Batido

Fuente de parámetros: Vanderzant y Splittstoesser, 1992

Cuadro 36. Muestreo de Ambiente de la Planta de Lácteos

PCA	26-May	29-May	2-Jun	Promedio	Resultado
Lab. 1	48	21	11	26.7	Insuficiente
Lab. 2	Incontable	59	16	Inc.	Muy Malo
Proc. 1	16	103	3	40.7	Malo
Proc. 2	22	120	4	48.7	Malo
PDA	26-May	29-May	2-Jun	Promedio	Resultado
Lab. 1	10	19	11	13.3	Insuficiente
Lab. 2	33	37	14	28.0	Insuficiente
Proc. 1	24	22	14	20.0	Insuficiente
Proc. 2	47	42	9	32.7	Malo
VRBA	26-May	29-May	2-Jun	Promedio	Resultado
Lab. 1	0	0	0	0.0	Bueno
Lab. 2	0	0	1	0.3	Aceptable
Proc. 1	0	0	0	0.0	Bueno
Proc. 2	0	0	0	0.0	Bueno
Referencias					
Lab. 1	Laboratorio entre Oficina y laboratorio principal.				
Lab. 2	Laboratorio principal con muebles de enseñanza.				
Proc. 1	Salón de proceso cerca de los cuartos fríos.				
Proc. 2	Salón de proceso cerca de los baños y vestidores.				

Cuadro 37. Parámetros del Grado de Contaminación

Muestreo Ambiental	
UFC	Clase
0-3	Bueno
3-9	Suficiente
10-29	Insuficiente
30-90	Malo
>90	Muy Malo
Productos Terminados	
Medio	Máx UFC/g
Helado de Crema	
VRBA	10
PCA	50,000
PDA	10
Yogur Batido	
VRBA	10
PCA	30,000
PDA	10
Pruebas	
Testigo	0
Agua Dil.	0

Cuadro 38. Prueba de Inocuidad para el Agua de Dilución

Fecha	UFC / g	Resultado
26 Mayo	9	Insuficiente
29 Mayo	0	Bueno
2 Junio	2	Bueno
12 Junio	0	Bueno
16 junio	3	Bueno

Cuadro 39. Muestreo de Helado de Crema en Puesto de Ventas

Medio	Duplicado	-1	-2	-3	-4	Testigo	UFC / g	Resultado	
Muestreo del 26 de Mayo									
VRBA	A	0	0	0	--	0	<10	1.0E+01	Bueno (estimado)
	B	0	0	0	--				
PCA	A	--	10	5	3	4	1311	1.3E+03	Bueno (estimado)
	B	--	11	7	34				
PDA	A	0	0	--	--	0	<100	1.0E+02	Bueno (estimado)
	B	0	0	--	--				
Muestreo del 16 de Junio									
VRBA	A	0	0	0	--	0	<10	1.0E+01	Bueno (estimado)
	B	0	0	0	--				
PCA	A	--	8	6	9	1	1186	1.2E+03	Bueno (estimado)
	B	--	11	3	11				
PDA	A	0	0	--	--	5	<100	1.0E+02	Bueno (estimado)
	B	0	0	--	--				

Cuadro 40. Muestreo de Yogur Batido en Puesto de Ventas

Medio	Duplicado	-1	-2	-3	-4	Testigo	UFC / g	Resultado	
Muestreo del 29 de Mayo									
VRBA	A	0	0	0	--	0	<10	1.0E+01	Bueno (estimado)
	B	0	0	0	--				
PCA	A	--	17	3	1	0	4211	4.2E+03	Bueno
	B	--	38	5	5				
PDA	A	11	2	--	--	1	1378	1.0E+02	Insuficiente (estimado)
	B	7	1	--	--				
Muestreo del 12 de Junio									
VRBA	A	0	0	0	--	0	<10	1.0E+01	Bueno (estimado)
	B	0	0	0	--				
PCA	A	--	3	0	2	2	536	5.4E+02	Bueno (estimado)
	B	--	4	7	3				
PDA	A	0	0	--	--	0	<100	1.0E+02	Bueno (estimado)
	B	0	0	--	--				

Anexo 8. Preparación de cultivos para el yogur

1. PREPARACIÓN DE CULTIVOS PARA EL YOGUR.....	78
1.1 Introducción.....	78
1.2 Etapas de propagación.....	79
1.3 Tecnología del proceso.....	79
1.4 Etapas del proceso.....	80
1.4.1 Tratamiento térmico del sustrato.....	80
1.4.2 Enfriamiento hasta la temperatura de inoculación.....	81
1.4.3 Inoculación (siembra)	81
1.4.4 Incubación.....	81
1.4.5 Enfriamiento del cultivo.....	82
1.4.6 Almacenamiento del cultivo.....	82

1. PREPARACIÓN DE CULTIVOS PARA EL YOGUR

1.1 INTRODUCCIÓN

Los cultivos bacterianos, conocidos también como fermentos o starters, se utilizan en la elaboración del yogur, los fermentos se añaden al producto durante la fase de inoculación y se les deja crecer en él bajo condiciones controladas. En el transcurso de la correspondiente fermentación, las bacterias producen sustancias que dan al producto fermentado sus propiedades características tales como acidez (pH), sabor, aroma y consistencia.

La caída del pH, que se produce cuando las bacterias fermentan la lactosa y dan lugar a la producción de ácido láctico, tiene un efecto conservador sobre el producto, al mismo tiempo que mejoran su valor nutritivo y su digestibilidad.

Los productos lácteos acidificados tienen características específicas por el tipo de cultivo utilizado, en el caso de Zamorano se utilizan cultivos que son clasificados de acuerdo con sus temperaturas óptimas de crecimiento, presentando las siguientes características:

- Bacterias termófilas: las temperaturas óptimas de crecimiento de 40 a 45°C
- El cultivo es del tipo: Múltiple cepa (mezcla de varias cepas, cada una de ellas con sus propios efectos específicos)

Cuadro 42. Bacterias usadas en Zamorano para producir yogur.

Nombre viejo	Nombre nuevo	Crecimiento óptimo	% de ácido fermentativo
<i>Streptococcus thermophilus</i>	<i>Streptococcus salivarius ssp. thermophilus</i>	40 - 45	0.8
<i>Lactobacillus bulgaricus</i>	<i>Lactobacillus delbrueickii ssp. bulgaricus</i>	40 - 50	1.5 - 2.0

Fuente: Gómez (1996), Revilla (1985), adaptado por el autor.

El objetivo de utilizar mezclas de cepas es producir el resultado deseado en simbiosis, sin que tenga lugar competencia de unas con otras. En este sentido, sus características han de ser complementarias.

En la planta de lácteos se compran fermentos ya mezclados y preparados (cultivos comerciales) procedentes de laboratorios especializados (International

Trave Groups, Miami, USA). Se pueden comprar los cultivos comerciales según distintas presentaciones (Gómez, 1996):

- Líquidos, para la propagación a partir de un cultivo madre (actualmente esta forma es rara).
- Liofilizados, como un concentrado de cultivos en forma de polvo, para la propagación como cultivo industrial.
- Congelados, como un concentrado de cultivos para la propagación como cultivo industrial.
- Congelados, como cultivos super concentrados en forma muy soluble, para inoculación directa del producto.

1.2 Etapas de propagación

En la industria se preparan los fermentos en sucesivas etapas, a partir de un cultivo madre. El proceso consta de dos o más etapas, estas se conocen con los siguientes nombres (Gómez, 1996):

- Cultivo comercial: que es el cultivo maestro que la industria láctea compra al laboratorio.
- Cultivo madre: que es el cultivo preparado por la industria láctea a partir del cultivo master. El cultivo madre se prepara de forma diaria y, como su nombre indica, es el origen de todos los demás cultivos hechos en esa industria láctea.
- Cultivo intermedio: que es una etapa previa a la producción de grandes volúmenes de cultivo industrial.
- Cultivo industrial: que es el utilizado en el proceso de producción

1.3 Tecnología del proceso

La producción de cultivo (starter) es un proceso importante y también difícil. Paros imprevistos en su producción pueden originar pérdidas de productos muy grandes, ya que las modernas industrias lácteas procesan grandes cantidades de leche.

La producción de fermentos exige los más altos niveles de higiene. El riesgo de infección por levaduras presentes en el aire, por mohos y por bacteriófagos debe ser reducido al mínimo absoluto. Los cultivos madre deben prepararse en una sala separada, con suministro de aire filtrado y manteniéndose en la sala una presión ligeramente superior a la presión atmosférica normal.

Los sistemas de limpieza de los equipos deben ser también cuidadosamente diseñados para evitar que residuos de detergentes o esterilizantes entren en contacto con los cultivos y los estropeen. (Gómez, 1996).

1.4 Etapas del proceso

El proceso seguido en Zamorano, es esencialmente el que se utiliza tanto para la preparación del cultivo madre, como de los cultivos intermedios a industriales, incluye las siguientes etapas:

- Tratamiento térmico del sustrato.
- Enfriamiento hasta la temperatura de inoculación.
- Inoculación.
- Incubación.
- Enfriamiento del cultivo terminado.
- Almacenamiento del cultivo.

La leche desnatada es el sustrato o medio de cultivo utilizado con más frecuencia para la producción de fermentos, aunque otra alternativa es la leche desnatada reconstituida con un 9 - 12% de materia seca (MS), hecha a partir de leche desnatada en polvo de gran calidad.

La razón básica que justifica la utilización de leche desnatada fresca o reconstituida, es que de esta manera se presentan muchos menos problemas de aroma y sabor en el cultivo. Un medio con una composición constante, como leche desnatada reconstituida libre de antibióticos, es más aconsejable que una leche desnatada normal.

Los medios inhibidores de fagos (MIF) suponen una alternativa para la producción de fermentos de simple - cepa o multi - cepa. Estos sustratos contienen fosfatos, citratos u otros agentes quelantes que insolubilizan el Ca^{+} (Calcio). La razón de provocar esta insolubilización es que la mayoría de los fagos necesitan el Ca^{+} para su proliferación. Eliminando el Ca^{+} del sustrato se protege a las bacterias ácido-lácticas, con lo que se evita el fallo de actividad del fermento. Los polvos de leche desnatada con MIF están disponibles en el mercado (Gómez, 1996).

1.4.1 Tratamiento térmico del sustrato. La primera etapa en la producción de fermentos es el tratamiento térmico del sustrato. Utilizando frascos Erlen Meyer, se esteriliza en autoclave a 125°C manteniendo durante 15 minutos. Este tratamiento mejora sus propiedades por producir los siguientes resultados (Gómez, 1996):

- Destrucción de los bacteriófagos
- Eliminación de sustancias inhibitoras
- Cierta desnaturalización de las proteínas
- Expulsión del oxígeno disuelto, y
- Destrucción de los microorganismos existentes.

1.4.2 Enfriamiento hasta la temperatura de inoculación. Después de efectuado el tratamiento térmico, el sustrato se enfría hasta la temperatura de inoculación, en este caso oscilan entre 42 y 44°C, por tratar con bacterias termófilas.

En la propagación de fermentos multi - cepa, incluso pequeñas desviaciones de la temperatura adecuada de incubación puede favorecer el crecimiento de una de las cepas a expensas de la otra, con lo que no se obtendrían las características típicas deseadas en el producto final (Gómez, 1996).

1.4.3 Inoculación (siembra). Para evitar desviaciones en el cultivo es muy importante que la dosis de fermento, la temperatura de propagación y el tiempo sean mantenidos constantes a través de todas las etapas (cultivo madre, cultivo intermedio y cultivo industrial).

Las cantidades de fermento o starter pueden también afectar a las proporciones relativas de las distintas bacterias que producen ácido láctico y sustancias aromáticas. Por ello, las variaciones en la cantidad de fermentos pueden producir variaciones en el producto final (Gómez, 1996).

1.4.4 Incubación. Cuando las bacterias comienzan a multiplicarse, empieza la incubación. El tiempo que dura esta etapa viene determinado por los tipos de bacterias utilizados, las dosis de inoculación, etc., y puede variar entre 3 y 20 horas (en Zamorano dura 2 horas). Es muy importante controlar cuidadosamente la temperatura y evitar que productos contaminantes entren en contacto con el cultivo. En Zamorano se realiza en pequeños hornos eléctricos que controlan la temperatura a 45°C.

Durante la incubación, las bacterias se multiplican rápidamente, fermentando la lactosa con producción de ácido láctico. Un cultivo que contenga bacterias productoras de aroma también originará sustancias tales como diacetilo, ácidos acético y propiónico, cetonas y aldehídos de varias clases, alcoholes, ésteres y ácidos grasos, así como anhídrido carbónico.

Los cultivos utilizados en Zamorano comprenden de dos cepas de bacterias, estas son *Streptococcus thermophilus* y *Lactobacillus bulgaricus*, que coexisten en simbiosis y juntas producen las características deseadas del yogur, tales como pH, sabor, aroma y consistencia. La mayoría de los yogur tienen una proporción de cocos a bacilos entre 1:1 y 2:1. Nunca se ha de permitir que los bacilos superen esta proporción ya que el sabor sería entonces demasiado ácido, según lo mostrado en el cuadro anterior.

El crecimiento de *Streptococcus thermophilus* y *Lactobacillus bulgaricus* da lugar a la formación del componente aromático del yogur, originado principalmente por

el acetaldehído producido por el *Lactobacillus bulgaricus*. La relación simbiótica entre ambas especies influye favorablemente en la producción de acetaldehído en la elaboración de yogur. Durante la producción de yogur, la formación de acetaldehído se evidencia hasta conseguir un pH de 5.0, se consigue un máximo a pH 4.2 y se estabiliza a pH 4.0.

El aroma y el sabor óptimo del yogur se obtiene usualmente con un contenido de acetaldehído que oscila entre 23 y 41 ppm y un valor de pH entre 4.40 y 4.00. Uno de los factores que afectan la proporción cocos:bacilos es la temperatura de incubación. A 40°C la proporción es de 4:1, mientras que a 45°C es de 1:2. La temperatura óptima de inoculación (y también de incubación) en la elaboración de yogur es, por tanto, de 43°C para conseguir una proporción cocos:bacilos de 1:1, con una dosis de inoculación del 2.5 - 3% y un tiempo de incubación de 1.5 - 2.0 horas. (Gómez, 1996).

1.4.5 Enfriamiento del cultivo. El enfriamiento comienza cuando se ha alcanzado la acidez deseada (0.5-0.7 ATECAL), para detener el crecimiento bacteriano y conservar la actividad del fermento en un nivel alto. Normalmente se realiza el enfriamiento hasta 10 - 12°C cuando el cultivo se va a utilizar dentro de las 6 horas siguientes. Si el cultivo necesita ser almacenado durante un período largo, mayor de 6 horas, se aconseja enfriar hasta unos 5°C. (Gómez, 1996).

1.4.6 Almacenamiento del cultivo. El método más adecuado para preservar la actividad del cultivo durante el almacenamiento es la congelación. Cuanto más baja es la temperatura, mejor se mantienen los cultivos. La congelación con nitrógeno líquido a -160°C y el almacenamiento a esta temperatura conserva muy bien los cultivos (Gómez, 1996).

Cuadro 43. Almacenamiento y vida útil de fermentos concentrados.

Tipo de cultivo	Almacenamiento	Vida útil, meses
1. Liofilizado DVS	Congelador, a menos de -18°C	mínimo 12
2. Congelado DVS	Congelador, a menos de -45°C	mínimo 12
3. Liofilizado REDI - SET	Congelador, a menos de -18°C	mínimo 12
4. Congelado REDI - SET	Congelador, a menos de -45°C	mínimo 12
5. DRI - VAC (zamorano)	Refrigerador a menos de +5°C	mínimo 12

Fuente: Gómez (1996), adaptado por el autor.

Referencias al tipo de cultivo:

1. Cultivo liofilizado, súper concentrado (para inoculación directa del producto).
2. Cultivo Congelado.
3. Cultivo liofilizado, concentrado (para preparación de cultivo industrial).
4. Cultivo congelado, concentrado (para preparación de cultivo industrial).
5. Cultivo liofilizado en forma de polvo (para preparación de cultivo madre).

Anexo 9. Cambios químicos de la leche por tratamiento térmico

1. QUÍMICA DE LA LECHE.....	84
1.1. Proteínas lácteas.....	84
1.2. Precipitación de la caseína por ácido.....	84
1.3. Proteínas del suero de la leche (Seroproteínas)	85
1.4. Proteínas de la membrana del glóbulo graso.....	85
1.5. Desnaturalización de Proteínas.....	85
1.6. Lactosa.....	85
1.7. Efectos del tratamiento térmico.....	86
1.7.1. Grasa.....	86
1.7.2. Proteína.....	86

1 QUÍMICA DE LA LECHE

1.1 PROTEÍNAS LÁCTEAS

Se clasifican en caseínas, seroproteínas y proteínas de la membrana del glóbulo graso. Las caseínas son fácilmente precipitadas por diversos procedimientos, mientras que las proteínas del suero normalmente permanecen en solución.

Las proteínas de las membranas de los glóbulos de grasa se adhieren, como su nombre indica, a la superficie de dichos glóbulos grasos y solamente se pueden separar mediante acciones mecánicas, tales como el batido de la nata en la fabricación de mantequilla.

Las moléculas de agua retenidas por los puntos hidrofílicos de la κ -caseína participan de forma importante en este equilibrio. Si los puntos hidrofílicos son eliminados, el agua comenzará a abandonar la estructura. Esto da lugar a que las fuerzas de atracción puedan actuar. Se forman así nuevos enlaces tanto del tipo salino, donde el calcio es activo, como del tipo hidrofóbico. Estos enlaces facilitarán entonces la expulsión del agua y la estructura finalmente se convertirá en una densa cuajada.

1.2 PRECIPITACIÓN DE LA CASEÍNA POR ÁCIDO

El pH bajará si se añade un ácido a la leche o si se deja que se multipliquen en la misma bacterias acidificantes. Esto cambiará el entorno de las micelas de caseína de dos maneras.

En primer lugar, el hidroxifosfato cálcico coloidal, que está presente en la micela de caseína, se disolverá y formará calcio ionizado que penetrará en la estructura de la micela creando unas fuertes uniones internas cálcicas. En segundo lugar, el pH de la solución se acercará a los puntos isoeléctricos de las especies individuales de caseína.

Ambos métodos de acción iniciarán un cambio en el interior de las micelas, que comienza con el aumento de tamaño de las mismas por agregación y que termina con la formación de un coágulo más o menos denso. El pH de los productos lácteos fermentados está normalmente en el rango de 3.9 - 4.5, que está en el lado ácido de los puntos isoeléctricos (Gómez, 1996).

1.3 PROTEÍNAS DEL SUERO DE LA LECHE (SEROPROTEÍNAS)

Cuando se calienta la leche, parte de las proteínas del suero de la misma se desnaturalizan y forman complejos con la caseína, disminuyendo la capacidad de la caseína para ser atacada por el cuajo y ligar calcio.

Si la leche se calienta por encima de 60°C comienza la desnaturalización donde la reactividad del aminoácido sulfurado de la β -lactoglobulina juega un papel predominante. Se empiezan a formar enlaces sulfuro entre las moléculas de β -lactoglobulina, entre una molécula de β -lactoglobulina y una molécula de κ -caseína, y entre la β -lactoglobulina y la α -lactoalbúmina.

A altas temperaturas, los compuestos que contienen azufre tales como el sulfuro de hidrógeno son liberados gradualmente. Esos compuestos que contienen azufre son responsables del sabor a "cocido" de la feche sobretratada térmicamente (Gómez, 1996).

1.4 PROTEÍNAS DE LA MEMBRANA DEL GLÓBULO GRASO

Estas proteínas constituyen un grupo que se caracteriza por formar una capa protectora alrededor de los glóbulos de grasa que consigue estabilizar la emulsión. Algunas de las proteínas citadas contienen residuos de lípidos y se les llama lipoproteínas. Los lípidos y los aminoácidos hidrófobos de estas proteínas hacen que las moléculas dirijan sus puntos hidrófobos hacia la superficie de la grasa, mientras, que las partes menos hidrófobas se orientan hacia el agua.

1.5 DESNATURALIZACIÓN DE PROTEÍNAS

Ciertos enlaces en la molécula se rompen, cambiando la estructura original, pierden su solubilidad inicial y cesa su actividad biológica. Se ha demostrado que las proteínas desnaturalizadas ligeramente pueden a veces volver a su estado original, recuperando sus funciones biológicas (Gómez, 1996).

1.6 LACTOSA

Cuando la lactosa es atacada por bacterias lácticas. Estas bacterias contienen una enzima llamada lactasa, esta desdobra la molécula de lactosa en glucosa y galactosa. Otras enzimas de las bacterias lácticas atacan entonces a la glucosa y a la galactosa convirtiéndolas a través de complicadas reacciones intermedias en ácido láctico principalmente. Esto sucede cuando la leche se agria, es decir, se produce la fermentación de la lactosa con formación de ácido láctico. Otros microorganismos en la leche generan otros productos de transformación de la lactosa (Gómez, 1996).

1.7 EFECTOS DEL TRATAMIENTO TÉRMICO

El tratamiento térmico también provoca cambios en los componentes de la leche. Cuanto mayor es la temperatura y el tiempo de aplicación de dicha temperatura, mayores son los cambios producidos. Un breve calentamiento a una alta temperatura puede tener el mismo efecto que un calentamiento a baja temperatura durante un prolongado periodo de tiempo. Por ello, tanto la temperatura como el tiempo deben considerarse globalmente en los tratamientos térmicos (Gómez, 1996).

1.7.1 Grasa.

Se ha demostrado que cuando se pasteuriza la leche a 70-80°C durante 15 segundos, el fenómeno de separación de la crema que se produce es ya evidente a 74°C. Varias teorías han sido discutidas, pero parece que las grasas libres liberadas cementan los glóbulos de grasa cuando éstos se encuentran en racimos. Se recomienda la homogeneización para evitar la separación de la crema y la formación de sombrero en superficie o nata (Gómez, 1996).

1.7.2 Proteína.

La más importante es la caseína, no se considera desnaturizable por calor dentro de los rangos normales de pH, y contenidos de sal y proteínas. Las seroproteínas, por otro lado, particularmente la β -lactoglobulina que constituye alrededor del 50% de las proteínas del suero de la leche, son claramente sensibles al calor. La desnaturización comienza a 65°C y casi se completa cuando las proteínas se calientan a 90°C durante cinco minutos.

La desnaturización por calor de las seroproteínas es una reacción de tipo irreversible. Las proteínas se agrupan al azar, en particular la β -lactoglobulina forma enlaces con la fracción de κ -caseína mediante puentes de azufre.

En la leche destinada a la elaboración de productos lácteos fermentados (yogur, etc.), la desnaturización de las seroproteínas y la interacción con la caseína que se obtiene mediante un tratamiento a 90-95°C durante 3-5 minutos (o similar), contribuirá a mejorar la calidad ya que se reduce la sinéresis y mejora la viscosidad. La leche que se calienta a 75°C durante 20-60 segundos comenzará a saber y oler a "cocido".

Esto es debido a la liberación de compuestos que contienen azufre que provienen de la β -lactoglobulina y otras proteínas sulfuradas (Gómez, 1996).

Anexo 10. Conversión de UFC/ml a UFC/g posterior al análisis microbiológico del muestreo

El recuento total de colonias determina la contaminación por microorganismos viables, específicos para el medio de crecimiento utilizado, asumiendo que cada célula presente en una muestra, puede formar una colonia visible. Esto no determina el número real, por la presencia de bacterias que coexisten en parejas, clusters o agrupaciones, los cuales forman una sola colonia. Esto provee una idea de la contaminación, la cual es expresada de manera estándar, en unidades formadoras de colonias por gramo sembrado en el medio de crecimiento (UFC/g) (Vanderzant y Splittstoesser, 1992).

El procedimiento para las diluciones de las muestras, es necesario para aquellos alimentos cuya carga microbiana original es esperada en grandes cantidades. La Administración de Alimentos y Drogas (FDA) de los EUA, aprobó este procedimiento el cual es descrito por la figura siguiente:

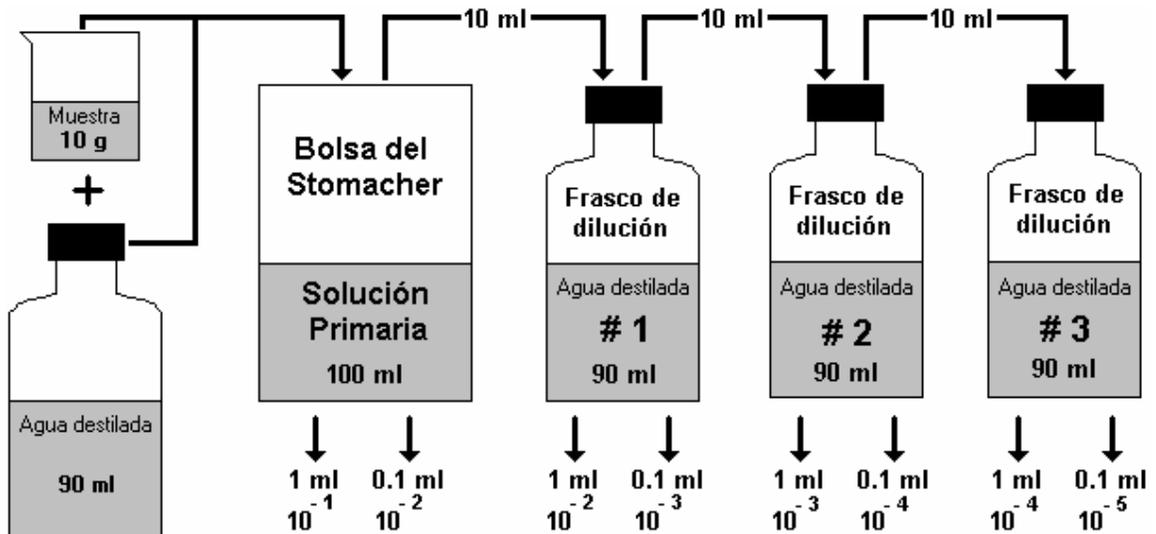


Figura 4. Procedimiento de dilución de muestras para análisis microbiológico.

Un mililitro de agua pesa un gramo, esto no es igual cuando se mide otro líquido y peor si contiene sólidos solubles o en suspensión, como es el caso de la mezcla del helado de crema y también del yogur. Si el resultado del análisis microbiológico se desea expresar en UFC/g, pero la muestra se midió en mililitros, existe un serio problema si la muestra no es agua por lo antes explicado. El cuadro siguiente muestra la diferencia del peso de un mililitro de muestras de helado y yogur.

Cuadro 45. Diferencia en peso de un mililitro de diferentes muestras

1 mililitro de muestra	Peso en gramos
Mezcla de Helado de Crema	1.02
Producto final de Helado	0.89
Mezcla de Yogur Batido	0.84
Producto final de Yogur	0.80

Para solucionar un problema similar, debemos entender como se calcula las UFC cuando muestreamos en ml, para posteriormente explicar como debe hacerse la conversión a g.

Basados en la figura 3, si consideremos 200 UFC como resultado del recuento, en placas sembradas con 1 ml con dilución de 10^{-2} , normalmente se multiplicaría por 100 como factor de corrección (fc) a ese nivel. El resultado sería 20,000 UFC/ml, entonces lo expresaríamos en un reporte así: 2.0×10^4 UFC/ml.

Si la muestra en el caso anterior fuese agua, perfectamente podemos expresarlo como UFC/ml o UFC/g. Ahora considere que se trata de un muestreo del producto final de Helado de crema; según la tabla 45, 1 ml de esa muestra pesaría 0.89 g. Esta diferencia hace que el factor de corrección cambie de la siguiente manera:

Cuadro 46. Calculo del factor de corrección (fc) para las diluciones

Componentes según la muestra	Total de Solución	Factor de Corrección en 10^{-1}	Factor de Corrección en 10^{-2}
10 ml de muestra de agua + 90 ml de H ₂ O destilada	= 100 ml	$\frac{1}{(10/100)} = 10.00$	$\frac{1}{(10/100)} * 10.00 = 100.00$
8.9 g de muestra Helado + 90 g de H ₂ O destilada	= 98.9 g	$\frac{1}{(8.9/98.9)} = 11.11$	$\frac{1}{(10/100)} * 11.11 = 111.10$

En el muestreo de helado de crema, resultaría 200 UFC/0.89g. Para el resultado definitivo es necesario hacer una regla de 3, para expresarlo en UFC/g:

$$200 \text{ UFC} - 0.89\text{g} > \frac{200 \text{ UFC} (1.0\text{g})}{0.89\text{g}} = 225 \text{ UFC/g} * 111.10 = 24,966 \text{ UFC/g} \\ ? \quad - 1.0\text{g} \quad \quad \quad = 2.5 \times 10^2 \text{ UFC/g}$$

Como último dato, si la muestra sembrada en el medio de crecimiento fue de 0.1 ml, el factor de conversión se calcula de igual manera, pero al final debe multiplicarse por 10, porque 0.1 representa solo una décima parte del mililitro sembrado en el medio, según lo explicado en este ejemplo.

Anexo 11. Análisis del Agua potable en diferentes establecimientos de Zamorano



Laboratorio de Análisis Industriales, S. de R. L.

MI

AVENIDA JUAN LINDO, Nº 519, COLONIA PALMIRA
APARTADO POSTAL Nº 1105 - TELEFAX: (504) 236-6964
e-mail: labmi@honduradata.com
TEGUCIGALPA, HONDURAS

Tipo de Muestra: Agua de abastecimiento Nº de Muestras: 6
Procedencia: Escuela Agrícola Panamericana
Entregada por: Ing. Leonel Blanco Teléfono: _____
Fecha de Recibo: 22-Junio-2000 Fecha de Entrega: _____
Tipo de Envase: Vidrio estéril

ANALISIS	RESULTADO			VALOR NORMAL
	M#1	M#2	M#3	
Recuento Total de Bacterias				
Heterotrópicas UFC/ml	N.D.	N.D.	N.D.	Hasta 100 UFC/ml
NMP Coliformes Totales/100 ml	< 3	< 3	< 3	< 3/100 ml (negativo)
Cloro residual ppm	0.6	0.8	0.2	0.5 - 1.0 ppm
pH	4.0	4.2	3.8	6.5 - 8.5
	M#4	M#5	M#6	
Recuento Total de Bacterias				
Heterotrópicas UFC/ml	N.D.	N.D.	N.D.	Hasta 100 UFC/ml
NMP Coliformes Totales/100 ml	< 3	< 3	< 3	< 3/100 ml (negativo)
Cloro Residual ppm	0.2	0.2	0.8	0.5 - 1.0 ppm
pH	4.2	4.0	4.3	6.5 - 8.5

INGRACO/R.T.N. GESLAQ-Z./Telefax: 236-5030

Observaciones: M#1: Rastro (Sección de cárnicos) M#2: Lacteos
M#3: Cocina M#4: Planta procesamiento
de granos
M#5: Hortofrutícola M#6: Tanque cuadrado

*N.D.: No detectado
LIC. PATRICIA VILAFRANCA
ROSSNER
Microbiología Química Clínica

ING. MIRTHA L. VILAFRANCA
Ingeniería Química Industrial



Anexo 12. Información brindada por CESCO

18:50

☎ 504 2390954

C E S C C O

001



SECRETARÍA DE RECURSOS NATURALES Y AMBIENTE
SUB SECRETARÍA DEL AMBIENTE

CENTRO DE ESTUDIOS Y CONTROL DE CONTAMINANTES CESCO

COSUDE-EPFL-OPS-GOBIERNO DE HONDURAS

Tegucigalpa, M.D.C., 14 de Junio de 2000

Señor
RICARDO ROMERO
Escuela Agrícola Panamericana
El Zamorano

En respuesta a su nota enviada via fax con fecha 13 de Junio en la que nos solicita alguna información, le respondemos lo siguiente:

- En lo que respecta a los parámetros utilizados en Honduras para análisis microbiológicos en alimentos, déjeme decirle que aún no existe una normativa nacional oficialmente aprobada sino que se recurre a la existente en otros países de la región que sirven de guía, por ejemplo los "Índices permisibles en aguas y alimentos" de la Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia, en los parámetros que usted requiere para el yogurt plantean lo siguiente:

Coliformes Totales/g	20 (Máximo recomendado) 95 (Máximo permitido)
Coliformes Fecales/g	<3 (Máximo recomendado) - (Máximo permitido)
Hongos y levaduras	200 (Máximo recomendado) 500 (Máximo permitido)

El Departamento de Control de Alimentos de la Secretaría de Salud tiene una "Propuesta para la unificación de técnicas y parámetros microbiológicos de alimentos en Centroamérica", sugiero que se ponga en contacto con la Lic. Delia García.

- Los precios que el CESCO maneja en la actualidad para estos análisis por muestra son los siguientes:

a) Recuento en placa de coliformos (VRBA)	L. 160.00
b) Recuento total de microorganismos aeróbicos mesófilos.	195.00
c) Recuento total de hongos y levaduras	140.00
- Con respecto a la implantación del Sistema HACCP, le sugiero que se ponga en contacto con la Lic. Sandra Hernandez en el Depto. de Microbiología de la U.N.A.H., quien le podrá brindar mayor información sobre el tema.

Esperando que la información proporcionada sirva de ayuda para sus propósitos, me suscribo de Usted.

Atentamente,

LIC. GILBERTO E. PABILLA
Coordinador de Laboratorios CESCO
Jefe de la Unidad de Microbiología Ambiental y de Alimentos

Barrio Morazan
Frente a Central de Bombetas
Tegucigalpa, M.D.C., Honduras, C.A.

Teléfono (504) 231-1006
Telo/Fax (504) 239-0954
E-mail cescoco@nc.paho-who.hn

Anexo 13. Glosario

- **Análisis de peligros:**
Proceso de compilar y evaluar información sobre peligros, su severidad y riesgo para decidir cuáles son importantes para la inocuidad de los alimentos.
- **Árbol de decisiones:**
Secuencia lógica de preguntas formuladas en relación con peligros identificados en cada etapa del proceso, cuyas respuestas ayudan en la determinación de los puntos críticos de control (PCC).
- **Auditoría:**
Procedimiento sistemático para verificar que las actividades y resultados cumplen con lo establecido en plan HACCP.
- **Control (sustantivo):**
Forma en que se están observando los procedimientos correctos y cumpliendo los criterios de control.
- **Control (verbo):**
Tomar todas las acciones necesarias para asegurar y mantener el cumplimiento de los criterios establecidos.
- **Desviación:**
No satisfacción de un límite crítico que puede llevar a la pérdida de control en un PCC.
- **Etapas:**
Un punto, procedimiento, paso u operación en la cadena alimentaria desde la producción primaria hasta el consumo.
- **Inocuidad:**
Sinónimo de calidad sanitaria, como concepto que se refiere a aptitud de un alimento para el consumo humano sin causar enfermedad.
- **Límite crítico:**
Valor mínimos o máximos absoluto de un parámetro físico, químico o microbiológico, a ser cumplido para cada medida de control en un PCC; el no cumplimiento indica una desviación que puede permitir que se materialice un peligro.
- **Medidas de control:**
Medidas aplicadas para prevenir o eliminar un peligro en el alimento o para reducirlo a un nivel aceptable.
- **Medidas Preventivas (MP)**
Son factores físicos, químicos o microbiológicos que pueden ser utilizados para prevenir un peligro. Dentro de estos encontramos por ejemplo pH, temperatura, concentración de sal, Aw, etc.
- **Medidas Correctivas (MC)**
Son acciones que se realizan cuando un PCC traspasa los límites críticos se sale de control para volverlo a los parámetros preestablecidos.
- **Monitoreo:**
Secuencia planeada de observaciones o mediciones de los límites críticos para evaluar si un PCC está bajo control.

- **Peligro:**
Agente biológico, químico o físico con el potencial de causar un efecto adverso para la salud cuando está presente en el alimento en niveles inaceptables.
- **Plan HACCP:**
Documento que define los procedimientos a seguir para asegurar el control de la inocuidad del producto en un proceso específico, basados en los principios de HACCP. Por lo que no existe un Plan HACCP general, este es específico para cada producto y para cada línea de producción.
- **Punto Crítico de Control (PCC):**
Etapa del proceso en que es posible aplicar medidas de control para prevenir, eliminar o reducir un peligro hasta niveles aceptables.
- **Proceso**
Secuencia lógica y funcional, seguida para obtener un producto. Por ejemplo, los mariscos comprenden: manipulación, almacenamiento, preparación, congelado, empaque, etc.
- **Procesador, Operario, Manipulador**
Es cualquier persona que por una u otra razón toma contacto con el producto (incluye intermediarios, distribuidores, acopiadores, etc.).
- **Rango:**
Intervalo que comprende los límites superior e inferior dentro de los cuales se mueve un límite crítico.
- **Riesgo**
Es la probabilidad que un peligro ocurra.
- **Seguridad**
Libre y exento de todo daño o riesgo.
- **Severidad:**
Variación en las consecuencias que pueden resultar de un peligro.
- **Sistema HACCP:**
Enfoque científico y sistemático para asegurar la inocuidad de los alimentos desde la producción primaria hasta el consumo, por medio de la identificación, evaluación y control de peligros significativos para la inocuidad del alimento.
- **Valor objetivo o Límites Operacionales:**
Valor más estricto que un límite crítico que puede tomarse como objetivo para prevenir la ocurrencia de una desviación. Se conoce también como target level.