

IDENTIFICACION DE PUNTOS CRITICOS DE CONTROL EN EL PROCESO DE
PASTERIZACION DE LECHE EN UNA INDUSTRIA LACTEA

JENNY CAROLINA CARDENAS AVILA
DIANA LIZET PIZA AMADO

PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA
FACULTAD DE CIENCIAS
DEPARTAMENTO DE MICROBIOLOGIA
CARRERA DE MICROBIOLOGIA INDUSTRIAL
Bogotá, D.C.
2001

IDENTIFICACION DE PUNTOS CRITICOS DE CONTROL EN EL PROCESO DE
PASTERIZACION DE LECHE EN UNA INDUSTRIA LACTEA

JENNY CAROLINA CARDENAS AVILA
DIANA LIZET PIZA AMADO

TRABAJO DE GRADO
Presentado como requisito parcial
para optar el título de

MICROBIOLOGO INDUSTRIAL

PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA
FACULTAD DE CIENCIAS
DEPARTAMENTO DE MICROBIOLOGIA
CARRERA DE MICROBIOLOGIA INDUSTRIAL
Bogotá, D.C.
2001

IDENTIFICACION DE PUNTOS CRITICOS DE CONTROL EN EL PROCESO DE
PASTERIZACION DE LECHE EN UNA INDUSTRIA LACTEA

JENNY CAROLINA CARDENAS AVILA
DIANA LIZET PIZA AMADO

Dr. Rodrigo Calderón
Director

Dra. Diana Rojas
Codirector

Ing. German Guevara
Asesor

PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA
FACULTAD DE CIENCIAS
DEPARTAMENTO DE MICROBIOLOGIA
CARRERA DE MICROBIOLOGIA INDUSTRIAL
Bogotá, D.C.
2001

IDENTIFICACION DE PUNTOS CRITICOS DE CONTROL EN EL PROCESO DE
PASTERIZACION DE LECHE EN UNA INDUSTRIA LACTEA

JENNY CAROLINA CARDENAS AVILA
DIANA LIZET PIZA AMADO

Jurado
Dra. Andrea Aguirre
Bacterióloga

Jurado
Dra. Angelica Erazo
Microbiologa Industrial

PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA
FACULTAD DE CIENCIAS
DEPARTAMENTO DE MICROBIOLOGIA
CARRERA DE MICROBIOLOGIA INDUSTRIAL
Bogotá, D.C.
2001

IDENTIFICACION DE PUNTOS CRITICOS DE CONTROL EN EL PROCESO DE
PASTERIZACION DE LECHE EN UNA INDUSTRIA LACTEA

JENNY CAROLINA CARDENAS AVILA
DIANA LIZET PIZA

Dr. Carlos Corredor Ph. D
Decano Académico
Facultad de Ciencias

Dra. Aura Rosa Manascero
Director de Carrera
Microbiología Industrial

PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA
FACULTAD DE CIENCIAS
DEPARTAMENTO DE MICROBIOLOGIA
CARRERA DE MICROBIOLOGIA INDUSTRIAL
Bogotá, D.C.
2001

LOS CRITERIOS EXPUESTOS, LAS OPINIONES EXPRESADAS Y LAS
CONCLUSIONES ANOTADAS SON RESPONSABILIDAD DE LOS AUTORES Y NO
COMPROMETEN EN NADA A LA PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA.

AGRADECIMIENTOS

Los autores quieren expresar sus más sinceros agradecimientos a:

La empresa pasteurizadora Indulema S.A., por permitir el desarrollo de este proyecto y el acceso al material de laboratorio, y en especial a nuestro director y amigo Rodrigo Fabian Calderón Muñoz, Jefe de Control de Calidad, por su paciencia y dedicación.

Al personal administrativo de la planta Liliana, German, Gabriel, a los empleados de planta Alirio, Raúl, José Simón, Humberto, Jaime, Javier, Andrés, Crisanta, Ignacio, Luis y Edgar, por su colaboración incondicional.

A nuestros padres y hermanos, por el apoyo, colaboración y respaldo brindado en el desarrollo y culminación de este proyecto.

A nuestros amigos Patricia y Jorge Luis, que nos ayudaron en la elaboración del trabajo.

A Jorge y Omar, que con su amor y cariño nos apoyaron en todo momento.

A Dios, que nos dio la vida y nos permitió cumplir esta meta.

A todas las personas que en determinado momento, nos colaboraron en el desarrollo de este objetivo.

Dedico este logro.....
A Dios por darme la oportunidad de vivir,
A mi mami por su amor y entrega.
A mi papi por sus sabios consejos.
A mi hermano por su compañía y apoyo.
A Omitar por su incondicional compañía.
A Jenny por su amistad.....

A todos, GRACIAS

Aprendiendo de mis errores, recordando triunfos vividos y crisis que he superado, busco alcanzar mis metas, sin embargo, esto solo se lleva a cabo si cuento con Dios mi esperanza y fortaleza, con mi padre por su esfuerzo y energía, con mi madre por su comprensión y cariño, con mi hermana por su complicidad y afecto, con Jorge el amor de mi vida por su apoyo incondicional, dedicación y paciencia, con mis amigos en especial Diana que con amistad y entusiasmo pudimos culminar con éxito esta labor.

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
1. INTRODUCCION	1
2. MARCO TEORICO	3
2.1 LECHE	3
2.2 BIOSINTESIS LECHE	3
2.3 COMPOSICION Y CARACTERISTICAS LECHE	5
2.3.1 Propiedades químicas de los constituyentes de la leche	5
2.3.1.1 Agua	5
2.3.1.2 Materia grasa	5
2.3.1.3 Glóbulo graso	6
2.3.1.4 Proteínas	6
2.3.1.4.1 Caseína	7
2.3.1.4.2 Albuminas y globulinas	7
2.3.1.5 Carbohidratos	8
2.3.1.5.1 Lactosa	8
2.3.1.6 Sales minerales	9
2.3.1.7 Enzimas	9
2.3.1.7.1 Lipasas	9
2.3.1.7.2 Fosfatasa	10
2.3.1.7.3 Proteasas	10
2.3.1.7.4 Lisozima	11
2.3.1.7.5 Peroxidasa	11
2.3.1.7.6 Catalasa	11
2.3.1.8 Vitaminas	11
2.3.1.8.1 Hidrosolubles	12
2.3.1.8.2 Liposolubles	12
2.4 PROPIEDADES FISICO QUIMICAS DE LA LECHE	12
2.4.1 Densidad	12
2.4.2 Punto de ebullición	12
2.4.3 Punto de congelación	12
2.4.4 Viscosidad	13
2.4.5 pH	13
2.4.6 Propiedades ópticas	13
2.4.7 Índice de refracción	13
2.4.8 Conductividad eléctrica	14
2.4.9 Potencial de oxido reducción	14
2.4.10 Acidez	14
2.4.11 Actividad del agua	15
2.5 SUSTANCIAS EXTRAÑAS	15

2.5.1	Antibióticos	16
2.5.2	Pesticidas	17
2.5.3	Micotoxinas	18
2.5.4	Toxinas de las plantas	18
2.5.5	Desinfectantes	19
2.6	ADULTERANTES EN LA LECHE	19
2.6.1	Aguado	19
2.6.2	Desnatado	20
2.6.3	Adición de conservantes	20
2.6.3.1	Carbonatos y bicarbonatos	20
2.6.3.2	Antisépticos	20
2.6.3.3	Otros adulterantes	20
2.7	CONTENIDO CELULAR DE LA LECHE	21
2.8	MICROBIOLOGIA DE LA LECHE CRUDA	22
2.8.1	Microorganismos derivados de la ubre	22
2.8.2	Microorganismos que provienen del medio ambiente	23
2.8.3	Equipos de recolección	23
2.8.4	Manipuladores	24
2.8.5	Principales grupos de microorganismos que se encuentran en la leche	24
2.8.5.1	Enterobacteriaceae	24
2.8.5.1.1	<i>Escherichia</i>	25
2.8.5.1.2	<i>Enterobacter</i>	25
2.8.5.1.3	<i>Salmonella</i>	26
2.8.5.1.4	<i>Yersinia enterocolitica</i>	26
2.8.5.2	Pseudomonaceae	27
2.8.5.2.1	<i>Pseudomonas</i>	27
2.8.5.2.2	<i>Brucella</i>	27
2.8.5.3	Neisseriaceae	28
2.8.5.4	Micrococcaceae	28
2.8.5.4.1	<i>Micrococcus</i>	28
2.8.5.4.2	<i>Staphylococcus</i>	29
2.8.5.5	Bacillaceae	29
2.8.5.6	Corineformes	29
2.8.5.7	Micobacteriaceae	30
2.8.5.8	Vibrionaceae	30
2.8.5.9	Otras bacterias como <i>Campylobacter</i> y <i>Listeria</i>	31
2.8.6	Mohos y levaduras	31
2.8.7	Análisis microbiológico de la leche.	32
2.8.7.1	Recuento de microorganismos mesófilos aerobios	32
2.8.7.2	Recuento de bacterias psicrótrofas	32
2.8.7.3	Recuento de coliformes	32
2.8.8	Sistemas antimicrobianos en la leche cruda	33
2.8.8.1	Inhibición específica	33
2.8.8.1.1	Aglutininas	33
2.8.8.2	Inhibición inespecífica	33

2.8.8.2.1 Lactoperoxidasa	33
2.8.8.2.2 Lisozima	34
2.8.8.2.3 Lactoferrina	34
2.8.9 Influencia de las sustancias antimicrobianas sobre la microflora de la leche	34
2.8.9.1 Leche cruda	34
2.8.9.2 Leche pasteurizada	34
2.8.10 Antagonismos	35
2.8.11 Degradación microbiana de lactosa y sus consecuencias	35
2.8.12 Degradación microbiana de las proteínas y de los lípidos	36
2.9 PRODUCCION DE LECHE PASTERIZADA EN EL CENTRO DE TRATAMIENTO	36
2.9.1 Transporte de leche	37
2.9.1.1 Cantinas	37
2.9.1.2 Carrotanques	37
2.9.2 Recepción	38
2.9.3 Filtración	39
2.9.4 Depuración centrifuga	39
2.9.5 Homogenización	40
2.9.6 Pasterización	40
2.9.6.1 Procedimientos de calentamiento	43
2.9.6.2 Control de calentamiento	44
2.9.6.3 Influencia de la temperatura en la proliferación de las bacterias en la leche	44
2.9.6.4 Comportamiento de la leche sometida a calentamiento	45
2.9.6.4.1 Acción del calentamiento sobre las proteínas	45
2.9.6.4.2 Acción del calentamiento sobre la materia grasa	46
2.9.6.4.3 Acción del calentamiento sobre la lactosa	46
2.9.6.4.4 Acción del calentamiento sobre las sales minerales	46
2.9.6.4.5 Acción del calentamiento sobre los microorganismos	47
2.9.6.5 Carga microbiana termorresistente	47
2.9.6.5.1 Destrucción térmica de la flora patógena	48
2.9.7 Refrigeración de la leche	48
2.9.8 Envase	49
2.9.9 Etiquetado y rotulado de la leche de consumo	49
2.9.10 Expedición de la leche de consumo	50
2.10 CALIDAD HIGIENICA EN LA LINEA DE PRODUCTO	49
2.10.1 Tipo y naturaleza de la suciedad	51
2.10.2 Forma, material y características de las superficies a limpiar	52
2.10.3 Tipo, composición y acción de los medios de limpieza y desinfección	52
2.10.3.1 Detergentes alcalinos	54
2.10.3.2 Detergentes ácidos	54
2.10.4 Procedimientos de limpieza y desinfección	55
2.10.5 Calidad del agua empleada como disolvente	55
2.10.6 CIP	56

2.11	SISTEMAS DE ANÁLISIS DE RIESGOS Y PUNTOS CRITICOS DE CONTROL	57
2.11.1	Análisis de los peligros o riesgos	57
2.11.2	Determinación de puntos críticos de control	58
2.11.3	Limites críticos	59
2.11.4	Monitorización	59
2.11.5	Acciones correctivas	59
2.11.6	Verificación o confirmación	60
2.11.7	Sistema de documentación	60
2.12	PUNTOS CRITICOS DE CONTROL EN LA INDUSTRIA DE LECHE PASTERIZADA	61
2.12.1	Pasterización	61
2.12.1.1	Protección de la leche pasterizada frente a la recontaminación	62
2.12.2	Enfriamiento	63
2.12.3	Envasado	63
2.12.4	Controles sobre el producto final	63
2.13	LEGISLACION	63
3.	JUSTIFICACION	65
4.	OBJETIVOS	67
5	METODOLOGÍA	68
5.1	FASE INDUSTRIAL	68
5.2	HISTORIA DE LA PLANTA	68
5.3	ESTUDIO DE LA PLANTA	69
5.3.1	Diagnostico higiénico sanitario	69
5.4	MANUALES DE PROGRAMA DE APOYO	69
5.5	FASE DE LABORATORIO	70
5.5.1	Pruebas físico químicas	70
5.5.1.1	Prueba de reducción de azul de metileno	70
5.5.1.2	Prueba de alcohol	71
5.5.1.3	Determinación de acidez	71
5.5.1.4	Determinación de densidad	71
5.5.1.5	Determinación del índice refractometrico	72
5.5.1.6	Prueba de peroxidasa	72
5.5.2	Pruebas microbiológicas	72
5.5.2.1	Toma de muestras de leche	73
5.5.2.1.1	Proceso	73
5.5.2.1.2	Producto terminado	74
5.5.2.2	Toma de muestras de superficies	74
5.5.2.2.1	Envases y equipos	74
5.5.2.3	Toma de muestras de agua	75
5.5.2.4	Toma de muestra de manipuladores	76
5.5.2.5	Análisis microbiológico de aire	76
5.6	EVALUACION DE DESINFECTANTES	77
5.6.1	Procedimiento	77
5.7	ELABORACION DE FORMATOS	78

5.8 VALORACION DE RIESGOS Y MEDIDAS PREVENTIVAS	78
6. RESULTADOS Y DISCUSION	79
6.1 ORIGEN DE LA LECHE	79
6.2 DIAGNOSTICO HIGIÉNICO SANITARIO	79
6.2.1 Diagnostico manipuladores	85
6.2.2 Distribución del área de proceso y mantenimiento	85
6.2.3 Limpieza y desinfección	88
6.2.4 Ventilación	88
6.2.5 Utensilios y materiales de aseo	89
6.2.6 Disposición de basuras	89
6.2.7 Abastecimiento de agua	90
6.2.8 Servicios adicionales	91
6.2.9 Planes complementarios	92
6.2.10 Manejo de plagas	92
6.3 FASE DE LABORATORIO	93
6.3.1 Análisis de resultados físico químicos	93
6.3.1.1 Prueba de alcohol	93
6.3.1.2 Determinación de acidez	94
6.3 1.3 Determinación de densidad	94
6.3.1.4 Prueba de peroxidasa	95
6.3.1.5 Determinación del índice refractometrico	95
6.3 1.6 Temperatura	95
6.3.1.7 Tiempo de reducción del azul de metileno	96
6.3.2 Análisis de resultados microbiológicos	96
6.3.2.1 Toma de muestras de leche	97
6.3.2.1.1 Leche pasteurizada	97
6.3.2.1.2 Leche pasteurizada en tanque	98
6.3.2.1.3 Leche envasada	98
6.3.2.1.4 Leche almacenada	99
6.3.2.2. Manipuladores	99
6.3 2.3 Ambientes	100
6.3.2.3.1 Cuarto de polietileno	100
6.3.2.3 2 Cuarto frío	101
6.3.2.3 3 Envasadoras	101
6.3.2.4 Aguas	102
6.3.2 5 Superficies	103
6.3.2.5.1 Envasadoras	103
6.3.2.5.2 Tanques de almacenamiento	103
6.3.2.5.3 Clarificador y filtro de recepción	104
6.3.2.5.4 Filtros de la envasadora	105
6.3.2.5.5 Plástico de empaque	105
6.3.2.5.6 Cantinas y carrotanques	106
6.4 EVALUACION DE DESINFECTANTES	107
6.5 VALORACION DE RIESGOS Y MEDIDAS PREVENTIVAS	113
7. RECOMENDACIONES	126

8. CONCLUSIONES	128
BIBLIOGRAFÍA	129
ANEXOS	132

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Porcentaje de las proteínas del suero.	8
Tabla 2. Tipo de análisis para la identificación de microorganismos	73
Tabla 3. Proveniencia de la leche	79
Tabla 4. Instalaciones	80
Tabla 5. Operarios	81
Tabla 6. Medidas administrativas	81
Tabla 7. Desinfección y limpieza de las instalaciones, equipos y utensilios	82
Tabla 8. Almacenamiento	82
Tabla 9. Control de basuras	83
Tabla 10. Empaque	83
Tabla 11. Servicios	83
Tabla 12. Abastecimiento de agua	84
Tabla 13. Energía	84
Tabla 14. Control de plagas	84
Tabla 15. Manejo de excretas	84
Tabla 16. Deficiencias	86
Tabla 17. Valoración de riesgos y medidas preventivas	123

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Biosíntesis de la leche.	4
Figura 2. Posibles Fuentes de contaminación de la leche cruda.	16
Figura 3. Intercambiador de placas.	42
Figura 4. Producción de leche pasteurizada.	61
Figura 5. Posibles rutas de contaminación de leche pasteurizada.	62
Figura 6. Plano de la planta	69
Figura 7. Pruebas físico – químicas	70
Figura 8. Prueba de alcohol	71
Figura 9. Pruebas microbiológicas	72
Figura 10. Técnica de Número Más Probable	74
Figura 11. Toma de muestras de superficies	75
Figura 12. Toma de muestras	76
Figura 13. Evaluación de desinfectantes	77
Figura 14. Manipulador	85
Figura 15. Disposición de basuras	89
Figura 16. Tanque de agua fría	91
Figura 17. Promedios de acidez	94
Figura 18. Promedios de densidad	94
Figura 19. Promedios de refractometría	95
Figura 20. Promedios de temperatura	95

Figura 21. Promedios de Tiempo de Reducción de Azul de Metileno	96
Figura 22. Promedios de muestras de leche	99
Figura 23. Promedios de manipuladores	100
Figura 24. Promedios de ambientes	102
Figura 25. Promedios de aguas	102
Figura 26. Promedios de superficies de tanques	104
Figura 27. Promedios de superficies	106
Figura 28. Porcentaje de efectividad de Sanitizer contra bacterias	107
Figura 29. Porcentaje de efectividad de Sanit 10 contra bacterias	107
Figura 30. Porcentaje de efectividad de Sanit 10 contra mohos y levaduras	108
Figura 31. Porcentaje de efectividad de Peroxido de hidrógeno contra mohos y levaduras	108
Figura 32. Porcentaje de efectividad de Hipoclorito de sodio contra bacterias	109
Figura 33. Porcentaje de efectividad de Hipoclorito contra mohos y levaduras	109
Figura 34. Porcentaje de efectividad de Aquasol contra bacterias	109
Figura 35. Porcentaje de efectividad de Metaquat contra bacterias	110
Figura 36. Porcentaje de efectividad de Metaquat contra mohos y levaduras	110
Figura 37. Porcentaje de efectividad de Triclosan contra bacterias	111
Figura 38. Porcentaje de efectividad de Triclosan contra mohos y levaduras	111
Figura 39. Porcentaje de efectividad de Gel contra bacterias	111
Figura 40. Porcentaje de efectividad de Gel contra mohos y levaduras	112
Figura 41. Porcentaje de efectividad de Pretty Bac contra bacterias	112
Figura 42. Diagrama de flujo	113

Figura 43. Transporte de leche	115
Figura 44. Tanques de leche cruda	117
Figura 45. Pasterizador	118
Figura 46. Tanque de almacenamiento de leche pasteurizada	119
Figura 47. Envasadora	120
Figura 48. Cuarto de polietileno	121
Figura 49. Cuarto frío	121

LISTA DE ANEXOS

- Anexo A. Formato Diagnostico Higiénico – Sanitario
- Anexo B. Manual de Buenas Prácticas de Manufactura
- Anexo C. Plan de Saneamiento
- Anexo D. Manual Físico – Químico y Microbiológico
- Anexo E . Formatos del Proceso

1. INTRODUCCION

Se ha definido a la leche como un alimento casi completo para el hombre. Su valor nutritivo, básicamente se debe a sus componentes: proteínas, lípidos, carbohidratos, sales, agua, calcio y vitaminas, de esta manera se hace necesaria para la dieta diaria. Al ser un producto de consumo primario debe ser de óptima calidad cumpliendo así los requisitos para ser aceptable a los propósitos de su utilización; debiendo estar exenta de microorganismos patógenos, debe tener una excelente presentación, alto valor nutritivo, libre de materia extraña y sedimentos.

Nutricionalmente es apta no solo para el humano y animales, sino también para el desarrollo de microorganismos, que pueden ser aportados durante la obtención, proceso y manipulación de la leche o en los equipos utilizados en el proceso, los cuales pueden producir rápida descomposición del alimento y en otros casos pueden ocasionar intoxicaciones alimentarias.

En los últimos años se ha presentado en varios países, intoxicaciones alimentarias causadas por el consumo de leche o derivados contaminados. Se estima que la tasa de casos de salmonelosis anual en México es de 40.000 y en Estados Unidos 16.000 por consumo de leches pasterizadas. Estos problemas son atribuidos a las deficiencias tecnológicas del sector de producción e industrialización, principalmente con respecto a los cuidados higiénico sanitarios y a una inadecuada refrigeración. (Mossel, 1991, Morales, 1998)

Las condiciones higiénicas de la leche, la susceptibilidad a variadas contaminaciones, el consecuente peligro de producir enfermedades en los consumidores y el rápido deterioro, hacen que sea necesario someter la leche a un adecuado proceso de producción antes de ser consumida. (Jefferies, 1994)

Partiendo del principio, que la pasterización es incapaz de transformar una leche de mala calidad en un producto de buena calidad, la selección de la materia prima, la adecuada

pasterización y los controles posteriores al tratamiento térmico, son procedimientos que pueden ser comprobados por el sistema de análisis de riesgos y de puntos críticos de control (HACCP), este es un método preventivo de control de calidad de alimentos, que tiene como objetivo la identificación, valoración y control de riesgos, particularmente los microbiológicos, asociados a cada etapa del proceso, cumpliendo con la obtención de un producto final con alto grado de calidad e inocuidad.

El sistema HACCP trata de erradicar problemas potenciales de tipo microbiológico, también guía a los empleados a asumir un rol activo en la planeación e implementación de controles, les enseña a reconocer en que lugar del proceso se pueden encontrar los peligros y que acciones correctivas se pueden tomar.

En síntesis, para que el proceso de producción de la leche pasteurizada asegure la calidad del producto, el sistema HACCP debe aplicarse a lo largo del proceso, desde su recepción hasta su distribución en períodos continuos, es decir desde el “productor primario” hasta el consumidor final. Permitiendo identificar riesgos específicos y medidas preventivas para su control, garantizando la calidad de la leche.

A partir de los resultados obtenidos en la planta de pasteurización, se identificaran los puntos críticos de control en la línea de proceso, siendo de gran importancia para una futura implementación del sistema HACCP.

Esta investigación servirá para mejorar la calidad del producto, logrando así la satisfacción del consumidor y el mejoramiento de la economía de la empresa, por otra parte la necesidad de lograr un producto de óptima calidad.

2. MARCO TEORICO

2.1 LECHE

La leche es uno de los productos naturales más valiosos de la dieta humana, constituida por componentes altamente nutritivos tales como proteínas, lípidos, glúcidos, vitaminas y minerales.

La leche es una emulsión natural en la que los glóbulos grasos se mantienen en suspensión en una solución salino azucarada gracias a la presencia de vitaminas y proteínas en estado coloidal.

Es una sustancia muy compleja que debe ser sometida a un proceso de pasteurización adecuado, cumpliendo con los requisitos establecidos por la legislación, para obtener un producto de óptima calidad.

2.2 BIOSINTESIS DE LECHE

La leche es el producto de la glándula mamaria de las vacas. La leche se sintetiza en el tejido secretor y se recoge en una serie de canales, que van siendo de mayor tamaño conforme la leche avanza hacia el pezón. El alveolo se puede considerar como la unidad completa más pequeña de producción de leche, tiene forma aproximadamente esférica con un lumen central de almacenamiento rodeado por una monocapa de células epiteliales secretoras. (Alais, 1990)

Las células excretoras están orientadas de forma que el extremo apical, que tiene una membrana sencilla, está situado adyacente al lumen, mientras que el extremo basal está separado por la membrana basal de la sangre y de la linfa. Los metabolitos entran en la célula secretora desde el torrente sanguíneo a través de la membrana basal y son utilizados en la producción de leche por el retículo endoplásmico, mientras la energía es suministrada por las mitocondrias.

El retículo endoplásmico está formado por una serie de túbulos, las cisternas, que finalizan en el aparato de Golgi. El aparato de Golgi se transforma en las vesículas de Golgi que transportan los componentes de la fase acuosa de la leche hasta la membrana plásmática apical, fundiéndose hasta formar parte de la membrana y verter la fase acuosa en el lumen. En este proceso la membrana de la vesícula pasa a ser parte externa de la membrana plásmática celular. (Varnam, 1995)

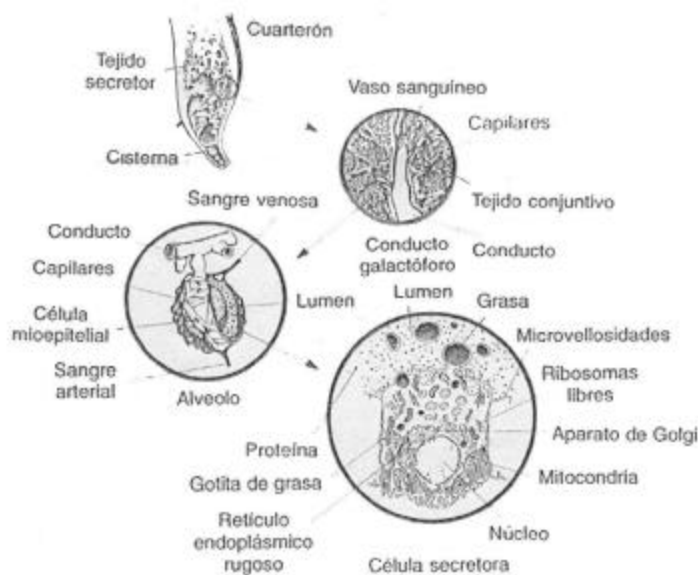


Figura 1. Biosíntesis de la leche

2.3 COMPOSICION Y CARACTERÍSTICAS DE LA LECHE

La leche es un fluido biológico complejo, cuya composición y propiedades físicas varían de una especie a otra en función de las necesidades dietéticas de las crías.

El constituyente mayoritario de la leche es el agua y contiene cantidades variables según las especies de lípidos, proteínas y carbohidratos que se sintetizan en la glándula mamaria. También se encuentra en la leche pequeñas cantidades de minerales y otros componentes liposolubles e hidrosolubles que proceden directamente del plasma sanguíneo, proteínas sanguíneas e intermediarios de la síntesis mamaria. (Wilde, 1991)

2.3.1 Propiedades químicas de los constituyentes de la leche

2.3.1.1 Agua. Es el componente principal de la leche, siendo su función esencial la de actuar como disolvente de los demás componentes. El porcentaje puede variar de 84 a 89% lo cual hace que la distribución de sus componentes sea bastante uniforme.

2.3.1.2 Materia grasa. De todos los componentes de la leche la fracción que más varía es la formada por las grasas, estando en una proporción entre 3.2 y 6%. Estas variaciones se deben principalmente a la selección realizada para obtener las distintas razas de vacuno, así como la alimentación, alojamiento, estado sanitario y a las características individuales de las vacas lecheras. Estos mismos factores influyen sobre la diferente composición de la leche. (Veisseyre, 1991)

La composición de los ácidos grasos de los triglicéridos (constituyen el 98%) de la grasa láctea es extremadamente compleja y se han identificado varios centenares de ácidos grasos.

Se encuentran pequeñas cantidades de monoglicéridos, ácidos grasos libres, fosfolípidos, colesterol, ésteres de colesterol y cerebrósidos. Otros componentes se encuentran solo en cantidades muy pequeñas, pero pueden ser importantes en las propiedades organolépticas o desde el punto de vista nutritivo, entre ellos podemos citar los compuestos responsables del aroma y sabor como aldehídos, cetonas y lactonas y los pigmentos carotenoides. (Varnam, 1995)

Los triglicéridos son una importante fuente de energía y tienen un aporte energético por gramo doble que los carbohidratos. La grasa láctea contiene cantidades importantes del precursor de vitamina A y D. Los fosfolípidos constituyen el 8.0 y 1.0% de los lípidos, se encuentran fundamentalmente en la membrana de los glóbulos grasos. (Beerens, 1991)

La materia grasa de la leche se encuentra en forma de glóbulos grasos de forma esférica. La materia grasa es fundamentalmente un lípido simple formado por una molécula estratificada de ácidos grasos y alcoholes (alcanoles). (Spreer, 1991)

2.3.1.3 Glóbulo graso. Lo que caracteriza a los lípidos de la leche es su presencia en forma de glóbulos grasos emulsionados en el plasma acuoso. La estabilidad de la emulsión se debe a la existencia de una membrana existente lípido – protéica cargada negativamente, que impide la salida de la grasa de aceite y asegura la repulsión electrostática entre los diferentes glóbulos. En el centro del glóbulo se halla una gota de grasa compuesta por lípidos por bajo punto de fusión, que son líquidos a temperatura ambiente y en la periferia se encuentran glicéridos neutros, fosfolípidos y proteínas. (Alais, 1990)

2.3.1.4 Proteínas. El contenido de proteínas depende fundamentalmente de la alimentación del vacuno y oscila entre el 3,0 y el 3,6%. Las proteínas de la leche son de dos tipos, proteínas del lactosuero y caseína. Las proteínas del lactosuero tienen un gran valor fisiológico y nutritivo mayor que el de las caseínas. (Wilde, 1991)

2.3.1.4.1 Caseína. La caseína que se presenta en una proporción del 80%, es el componente mayoritario de las proteínas lácteas. En muchos procesos industriales sufre una transformación. La caseína es una fosfoproteína debido a que posee grupos fosfato fuertemente ligados y, además, establece enlaces con calcio. Por esta razón se habla de fosfocaseinato cálcico. La unión con el calcio le proporciona a esta proteína una determinada estabilidad.

En la leche, las caseínas no se encuentran totalmente en estado micelar, del 5 al 10% de las caseínas se encuentran en pequeños agregados, caseína soluble, esta caseína contiene una mayor proporción de caseína kappa y beta que la caseína micelar. (Varnam, 1995, Veisseyre, 1991)

Las micelas son partículas bastante estables en su forma y volumen, compuestas de moléculas de caseína y grupos PO_4 . La micela está constituida por una capa periférica de caseínas alfa y kappa y por un núcleo central de caseínas alfa y beta, esta estructura es considerada bastante rígida. Cuando el pH no varía. La pasteurización y la ebullición de la leche no las modifican sensiblemente. A temperaturas clásicas de esterilización (120°C , 15 min) se producen desintegraciones. (Spreer, 1991)

Las caseínas no son los únicos componentes de las micelas, también están presentes sales minerales como las sales de calcio, las cuales participan en la edificación de la estructura interna de las partículas nativas. Los cationes de Ca^{++} pueden formar puentes cruzados entre las moléculas de caseína favoreciendo su aglomeración. (Veisseyre, 1988)

2.3.1.4.2 Albúminas y globulinas. Las llamadas proteínas séricas o lactosuero, participan con un 20 % en la producción total de proteínas en la leche (la proporción de albúmina es aproximadamente del 16 – 18% y la de globulinas del 2 – 4%). Al contrario de lo que ocurre en la caseína estas proteínas no contienen fósforo.

Las globulinas son sensibles al calor y coagulan a temperaturas superiores a 75°C. la leche contiene globulinas que presentan grandes analogías con las inmunoglobulinas del suero sanguíneo. Estas son las primeras en desnaturalizarse durante el calentamiento de la leche. (Spreer, 1991)

Tabla 1. Porcentaje de las proteínas del suero

PROTEÍNAS	CLASES	% EN EL SUERO
Albúminas	β -lactoglobulina	49
	α -lactoalbúmina	19
	Albúmina del suero sanguíneo	5
Globulinas	Euglobulina	11
	Pseudoglobulina	16

* Divididas según su capacidad de precipitación con sulfato amónico. (Spreer, 1991)

2.3.1.5 Carbohidratos. Los carbohidratos se encuentran libres en solución en fase acuosa de la leche y unidos principalmente a las proteínas entre ellos esta la lactosa, polisacaridos, glucosamina, etc.

2.3.1.5.1 Lactosa. Es un disacárido de galactosa y glucosa unidas por enlaces beta 1 – 4. Es el principal constituyente sólido de la leche. La concentración varía entre 4.2 y 5%. Tiene un débil sabor dulce y su poder edulcorante es seis veces menor que el de la sacarosa y junto con las vitaminas y sales de la leche es responsable de su sabor característico. (Varnam, 1995)

Su principal origen esta en la glucosa de la sangre; el tejido mamario la isomeriza en galactosa y la liga a glucosa para formar la molécula de lactosa. La lactosa es una importante fuente de energía en la dieta y puede facilitar la absorción del calcio. (Spreer, 1991).

2.3.1.6 Sales minerales. Se encuentran en una proporción de 3 a 12 g/L. Se distinguen macroelementos y oligoelementos. Las primeras están constituidas fundamentalmente por cloruros, fosfatos, citratos de potasio, calcio, sodio y magnesio. Entre los segundos figuran el aluminio, bromo, zinc, manganeso, hierro y cobre. (Amortegui, 1999)

Los macroelementos y elementos traza de la leche son muy importantes para el organismo humano, especialmente para los individuos en crecimiento. Entran en la composición de los sistemas enzimáticos básicos para los procesos de regulación del cuerpo como puede ser la transmisión de energía, la formación de los huesos y la coagulación de la sangre. (FAO, 1991)

2.3.1.7 Enzimas. Son sustancias orgánicas complejas de naturaleza proteica capaces de iniciar reacciones químicas y que permanecen sin cambiar una vez que ha ocurrido su acción. La sensibilidad al calor permite el control del calentamiento de la leche en la zona de las temperaturas de pasteurización.

2.3.1.7.1 Lipasa. Es una enzima que produce la hidrólisis de la grasa responsable del sabor a rancio en la leche, producido por la liberación de ácido butírico. No ataca a los glicéridos de los glóbulos grasos, solo cuando sus membranas están dañadas. La estabilidad térmica de esta enzima es escasa, ya que por encima de los 60°C su destrucción es rápida. También se destruye por la luz. Aun a 37°C, la lipasa láctea se inactiva lentamente. Esta sensibilidad al calor la distingue de las lipasas de las bacterias psicotrofas presentes en la leche, tales como las *Pseudomonas*, que a veces tienen una marcada termorresistencia. (Wilde, 1991)

2.3.1.7.2 Fosfatasa. La fosfatasa alcalina está localizada fundamentalmente en el plasma de la leche, y en la membrana del glóbulo graso, con un pH óptimo de 9. Forma parte del complejo fosfotásico de la leche que agrupa enzimas capaces de hidrolizar el enlace éster,

entre el ácido fosfórico y el radical hidróxilo de numerosos compuestos, se basa en la liberación del fenol de compuestos fosforados. (Jaramillo, 1996)

Tiene una resistencia al calor ligeramente superior a la de las bacterias patógenas (no-esporo formadoras) que pueden existir en la leche. Este hecho permite el control de la pasterización de la leche. Mediante reacciones colorimétricas que detectan la liberación del fenol de la fosfatasa en presencia del fenil fosfato disódico. (Morales, 1998)

La fosfatasa abunda en la leche cruda, reacciones positivas después de la pasterización indica que la leche no ha sido bien pasterizada y por lo tanto puede contener microorganismos patógenos. Representando así el inadecuado manejo del tiempo y la temperatura de pasterización.

En la leche hay presencia de otra fosfatasa cuyo pH óptimo es aproximadamente de 4,0 denominada fosfatasa ácida. Tanto la fosfatasa ácida como la alcalina libera fosfatos inorgánicos de las caseínas y de los ésteres solubles. A diferencia de la fosfatasa alcalina, la fosfatasa ácida es una de las enzimas más termorresistentes de la leche ya que conserva su actividad hasta los 95°C. (Robinson, 1987)

2.3.1.7.3 Proteasas. La leche contiene pequeñas cantidades de una proteasa original ligada a la caseína, se encuentra de manera constante en la leche y no procede de las bacterias. Constituida por dos proteasas: alcalina y ácida.

Las proteasas provenientes de las bacterias pueden afectar el aroma, sabor y la estabilidad en las proteínas de la leche. (Frazier, 1993)

2.3.1.7.4 Lisozima. Cataliza la ruptura del enlace entre el ácido N – acetilmurámico y la N – acetilglucosamina de la pared bacteriana. Las lisozimas son β -glucosaminidasas o muramididasas, que provocan la hidrólisis del polisacárido que constituye la pared de ciertas

bacterias, conduciéndolas a su destrucción. Tiene una actividad bacteriostática sobre numerosas especies bacterianas. Contribuye a la protección de la leche. Se localiza en los leucocitos. (Morales, 1998)

2.3.1.7.5 Peroxidasas. Es una enzima oxidante capaz de liberar oxígeno del peróxido de hidrógeno, ella se destruye a temperaturas superiores a las usadas en pasteurización. Si las temperaturas de pasteurización son superiores se utiliza esta enzima en el control de la pasteurización.

2.3.1.7.6 Catalasa. Esta enzima reacciona con el agua oxigenada o peróxido de hidrógeno, liberando agua y oxígeno. Los leucocitos poseen catalasa lo que ha sido aprovechado para detectar leche de vacas mastíticas mediante pruebas que usen agua oxigenada. El contenido de catalasa aumenta debido a una sobreproducción de leucocitos causada por la presencia de microorganismos. La determinación del índice de catalasa es un método de apreciación indirecta de la calidad higiénica de la leche. (Niño, 1989)

2.3.1.8 Vitaminas. La leche contiene todas las vitaminas esenciales para la vida pero en cantidades diferentes que no en todos los casos son suficientes. Tienen la función de biocatalizadores indispensables para el mantenimiento y el incremento de la sustancia celular y para garantizar las funciones orgánicas habituales. Se dividen de acuerdo a su naturaleza química y a su procedencia en vitaminas liposolubles e hidrosolubles. (Beerens, 1991)

2.3.1.8.1 Hidrosolubles: (C y B) no están sujetas a variaciones estacionales.

2.3.1.8.2 Liposolubles(A, D, E, K)son función principal de la dieta y varían de acuerdo con las estaciones.

Las vitaminas de la leche son susceptibles a destruirse por diversos factores como: tratamiento térmico, acción de la luz, oxidación y otros. Algunas vitaminas de la leche presentan una propiedad altamente favorable para la industria tal es el poder antioxidante que exhibe la vitamina A, procarotenos, vitamina C y vitamina E. Este poder antioxidante contribuye a proteger la grasa de la leche de oxidaciones. (Wilde, 1991)

2.4 PROPIEDADES FISICO QUIMICAS DE LA LECHE

2.4.1 Densidad. Esta determinada por dos factores que son la concentración de los elementos disueltos y en suspensión y la proporción de materia grasa. Los valores medios se encuentran entre 1,030 y 1,033 a una temperatura de 20°C.

La relación que existe entre sólidos totales de la leche y la densidad, ha hecho posible desarrollar métodos rápidos lactométricos, para determinar el contenido de sólidos de la leche y así obtener una estimación de posibles fraudes de aguados. (Niño, 1989)

2.4.2 Punto de ebullición. El punto de ebullición de la leche es más elevado que el del agua pura (100,2°C) debido a que las sustancias en disolución verdadera que contienen azúcar y sales hacen que disminuya la tensión del vapor del líquido. (Amortegui, 1999)

2.4.3 Punto de congelación. Es muy constante oscilando entre $-0,530$ y $-0,550^{\circ}\text{C}$. este explica, que se puede recurrir a la determinación del punto de congelación para comprobar si la leche ha sido aguada. Si el punto de congelación esta por encima de $-0,531^{\circ}\text{C}$ significa que la leche ha sido aguada. El valor del punto de congelación también se altera por un aumento o descenso del contenido de gases de la leche, por la descomposición de la lactosa y por la modificación del pH. (Spreer, 1991)

2.4.4 Viscosidad. La viscosidad de la leche se refiere a la resistencia que opone al fluir. Debido al frotamiento causado por la grasa en emulsión y las proteínas en suspensión, la viscosidad de la leche es aproximadamente el doble que la del agua; siendo mayor cuando coagulan las proteínas y cuanto mayor es la riqueza en grasa de la leche. (Veisseyre, 1991)

2.4.5 pH. La leche tiene una relación débilmente ácida, con un pH comprendido entre 6,6 y 6,8, como consecuencia de la presencia de caseína y de los aniones fosfórico y cítrico, principalmente. Deben considerarse anormales los valores de pH inferiores a 6,5, estos indican la acción de bacterias acidificantes que han fermentado la lactosa a ácido láctico, o superiores a 6,9 son indicio de ser procedentes de vacas con mastitis. La determinación del pH puede hacerse mediante métodos potenciométricos y/o colorimétricos. (Frazier, 1993)

2.4.6 Propiedades ópticas. La leche es un líquido opalescente que parece blanco. Este aspecto característico resulta principalmente de la dispersión de la luz por las micelas de fosfocaseinato de calcio. La leche contiene dos pigmentos principales: el caroteno (colorante amarillo) colorea la parte de la grasa y la riboflavina es un pigmento amarillo azulado, que se pone de manifiesto en el lactosuero. (Wilde, 1991)

2.4.7 Índice de refracción. Varía entre 1.3440 y 1.3485 que es ligeramente superior a la del agua. Si la concentración de solutos cambia, por ejemplo, ello se refleja en el índice de refracción que se hace del agua lo que permite detectar el fraude. (Varnam, 1995)

2.4.8 Conductividad eléctrica. Esta propiedad depende de la concentración de iones en solución. La leche posee una conductibilidad eléctrica de 0.005 Ohms h cual aumenta a medida que aumenta la concentración de iones presentes, los iones que más intervienen son Na^+ , K^+ y Cl^- . (Morales, 1998)

Los glóbulos de grasa disminuyen la conductividad debido a que dificultan la movilidad de los iones, mientras que los ácidos aumentan la conductividad eléctrica de la leche. En los casos de mastitis se produce un aumento de la concentración de Cl^- , y de Na^+ , por lo que aumenta la conductividad eléctrica. Asimismo, es fácilmente detectable la adición de sal común para compensar la disminución de densidad debida a un aguado fraudulento (el aguado baja la conductividad eléctrica). (Alais, 1990)

2.4.9 Potencial de oxido – reducción. Mide las propiedades oxidantes (+) y reductoras (-) de una solución que se manifiesta por la corriente eléctrica entre dos electrodos sumergidos en la solución. La leche fresca normal tiene un potencial “redox” (Eh) positivo comprendido entre +0.20 y +0.30 volt. Las bacterias que proliferan en la leche tienen una actividad reductora, como consecuencia de dos fenómenos: consumo del oxígeno disuelto a causa de la respiración que provoca un descenso de Eh y la producción de un sistema reductor propio de las bacterias. (Veisseyre, 1991)

Este cambio en Eh, es la base de los métodos de oxido reducción para determinar los cambios de calidad de la leche. (Wilde, 1991)

2.4.10 Acidez. La acidez de valoración es la suma de las siguientes reacciones:

- Acidez debida a la caseína, a sustancias minerales y a los indicios de ácidos orgánicos.
- Reacciones secundarias debidas a los fosfatos.
- Acidez desarrollada debida al ácido láctico y a otros ácidos procedentes de la degradación microbiana de la lactosa, y eventualmente de los lípidos, en las leches en vías de alteración.

De hecho, la valoración acidimétrica de la leche fresca es una medida indirecta de su riqueza en caseína y fosfatos. Los valores de pH representan un estado, y son más significativos que

los valores de la acidez, especialmente en lo que a estabilidad se refiere, por que estos últimos son el resultado de varias reacciones que han modificado el estado original. (Spreer, 1991)

2.4.11 Actividad del agua. Es la forma más conveniente de representar la disponibilidad de agua en un producto alimentario, pues permite fijar los límites por debajo de los cuales se hace imposible la proliferación de los microorganismos.

2.5 SUSTANCIAS EXTRAÑAS

El amplio uso de productos químicos que se hace a nivel agrícola para combatir las plagas, proteger los cultivos y para evitar las enfermedades del ganado (productos quimioterapéuticos), provoca que estas sustancias o sus metabolitos estén presentes en la leche. A esto se une la contaminación ambiental de origen industrial o de otros factores que conlleva al grado de desarrollo alcanzado por nuestra sociedad. (FAO, 1991)

Se entiende por sustancia extraña aquello que por su naturaleza o cantidad son impropias del producto en cuestión, que no aparece en este de forma natural ni debido a los tratamientos físicos habituales, pero que al entrar en la composición del producto de consumo se comen, beben o se cuecen a la vez que este. (Zapata, 1996)

La contaminación por estas sustancias extrañas no solo pueden ocasionar daños a las personas y a los animales, sino que también puede alterar los procesos tecnológicos de la leche. En especial los residuos de los plaguicidas (pesticidas, insecticidas y herbicidas) y de los antibióticos pueden inhibir el desarrollo de los fermentos bacterianos utilizados en la fabricación de productos lácteos. (Spreer, 1991)

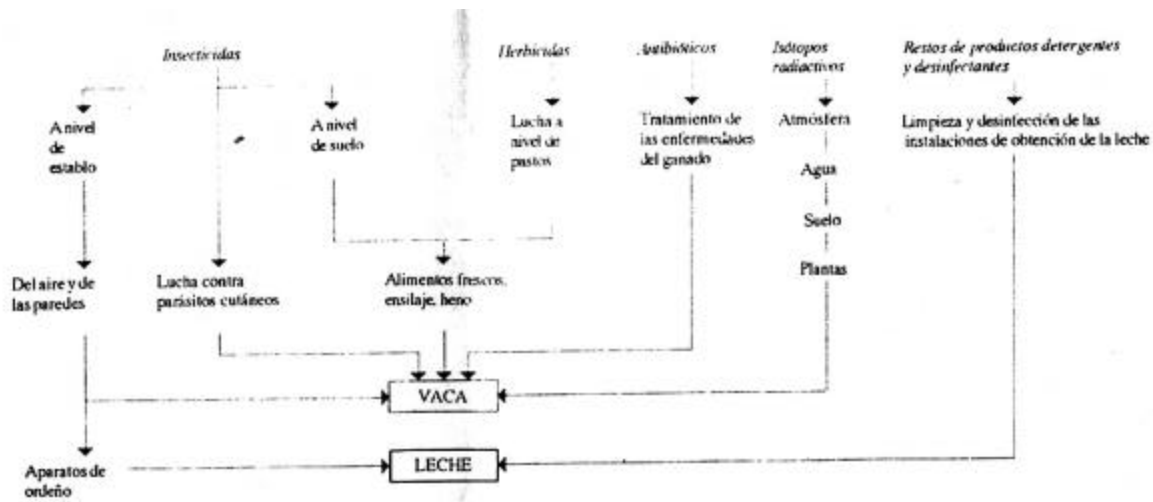


Figura 2. Las posibles fuentes de contaminación que pueden provocar la presencia de estas sustancias extrañas en la leche.

2.5.1 Antibióticos. Los antibióticos y otras sustancias antimicrobianas se utilizan ampliamente en los tratamientos de la mastitis. Se aplica un amplio rango de medicamentos en el tratamiento de la mastitis, entre ellos la penicilina G, ampicilina, tetraciclina y sulfamidas, como la sulfametazina. Los residuos persisten en la leche hasta cuatro días después de la administración de un tratamiento de mastitis. Esta leche es peligrosa por que su ingestión por los lactantes, puede provocar en ellos un antibiorresistencia que lleva consigo dificultades de tratamiento en caso de tratamientos ulteriores. Por otra parte se observa una modificación en el equilibrio de la flora microbiana de la leche. (Varnan, 1995)

El antibiótico inhibe los fermentos lácticos (interfiere en el crecimiento de los cultivos iniciadores durante la elaboración de queso y leches fermentadas), pero no afecta sensiblemente a los microorganismos nocivos, tales como coliformes. En estas condiciones, una leche que contienen bastante penicilina es pronto objeto de un desarrollo excesivo de coliformes, mientras que en una leche normal estos microorganismos son inhibidos por los fermentos lácticos. (Alais, 1990)

Otros efectos a corto plazo conocidos son la posibilidad de fuertes reacciones alérgicas en las personas sensibles, la posible carcinogenicidad si la exposición es prolongada y el desarrollo por los microorganismos de resistencias a los antibióticos. Los antibióticos no se destruyen por el calor, por lo que se les puede encontrar en la leche. (FAO, 1990)

2.5.2 Pesticidas. La denominación “pesticida”, corresponde a los productos antiparasitarios de síntesis utilizados en la agricultura, en el almacenaje de los productos alimentarios, en medicina veterinaria y humana y en la industria, para luchar contra roedores, insectos, malas hierbas, hongos y bacterias. (Spreer, 1991)

Los pesticidas en general son termoestables; los organoclorados lo son especialmente y al ser solubles en las grasas pasan a los productos lácteos. (Varnam, 1995)

Los organoclorados (bifenilos policlorados) constituyen un tipo de hidrocarburos clorados. Su interés en la industria reside en su inercia química, su termoestabilidad, su inflamabilidad. (Zapata, 1996)

El carácter contaminante de los pesticidas organoclorados está ligado al hecho que no son biodegradables y por tanto pueden permanecer en las superficies donde se encuentran durante meses e incluso años.

Las tres principales fuentes de contaminación son las siguientes:

- Tratamiento de establos y locales de almacenamiento de alimentos: se usan los organoclorados para la desinfección.
- Alimentación de los animales: los vegetales que forman parte de la ración de los animales, pueden estar contaminados con estos compuestos.
- Usos terapéuticos en los animales: el tratamiento de las ecto-parasitosis puede ser la causa de contaminación. (FAO, 1990)

Sus efectos tóxicos a largo plazo afectan principalmente a las funciones hepáticas y endocrinas. El peso del hígado aumenta y se estimula la síntesis de enzimas oxidantes y reductoras. El feto y recién nacido son particularmente sensibles a la contaminación pues la barrera placentaria es fácilmente atravesada por la mayor parte de los compuestos organoclorados. (Luquet, 1991).

2.5.3 Micotoxinas. Son metabolitos tóxicos producidos por numerosos mohos. Incluyen una amplia variedad de compuestos químicos, que van desde los aromáticos simples a los complejos policíclicos y los peptidos tóxicos, son sustancias termoestables y liposolubles. En muchos casos los efectos tóxicos se manifiestan como cáncer hepático y degeneración de órganos genitales. (Eley, 1994)

Las micotoxinas pueden llegar a la leche indirectamente a través del consumo de alimentos infectados por hongos. Las que aparecen en la leche con mayor frecuencia son las aflatoxinas producidas por algunas cepas de *Aspergillus flavus* o con menos frecuencia por *Aspergillus parasiticus*. Las vacas son más resistentes a las aflatoxinas que la mayoría de los animales y pueden ingerir alimentos contaminados con niveles relativamente altos de aflatoxinas sin que se desarrollen síntomas de toxicidad aguda. Estos compuestos pueden ser secretados en la leche. (Hayes, 1993)

2.5.4 Toxinas de las plantas. Las sustancias tóxicas pueden llegar a leche como resultado de la ingestión de plantas venenosas por las vacas, los animales lecheros que se alimentan de pastos nuevos o en épocas de sequía pueden comer plantas de este tipo. (FAO, 1990)

2.5.5 Desinfectantes. El cloro, el yodo y los compuestos de amonio cuaternario pueden pasar a la leche si las operaciones de limpieza y desinfección se efectúan con poco cuidado. Los residuos de cloro en la leche no presentan peligro grave de toxicidad, pero el yodo forma

complejos con la caseína de la leche, los cuales a concentraciones elevadas, pueden perturbar los procesos fisiológicos humanos. Residuos de compuestos de amonio cuaternario pueden alterar la flora natural de la leche y, a niveles elevados críticos, retrasar la fermentación láctica normal (yogur, kumis y queso). (Ascenzi, 1996)

2.6 ADULTERANTES EN LA LECHE

En la adulteración de la leche hay una modificación en la composición original de la leche y, muy a menudo un empobrecimiento en elementos nutritivos.

Las falsificaciones principales de la leche son las siguientes:

2.6.1 Aguado. La adición de agua a la leche es, sin duda, el fraude más frecuente. Es también grave, pues no solo disminuye el valor nutritivo del producto sino que puede ser origen de contaminaciones peligrosas incluso por microorganismos patógenos.

El aguado disminuye el contenido de la leche en sus diversos componentes. Por ello, disminuye igualmente la densidad. La adición de agua a leche aproxima más a 0° su punto de congelación. Siendo adecuados para establecer si hay fraude la determinación de densidad y crioscopia. (Niño, 1988)

El problema de la determinación del aguado de la leche se complica cuando el fraude no consiste en la adición de agua pura, sino de soluciones salinas o de suero láctico.

2.6.2 Desnatado. Es un fraude muy difícil de poner de manifiesto, ya que la grasa es el componente más variado de la leche. En el caso de una leche individual, es casi imposible detectar el fraude con certeza. En las leches de mezcla, es mucho más fácil y basta comparar

su contenido graso con el contenido medio de las leches de la región. Si la diferencia es de unos cuatro a cinco gramos o mayor, se puede presumir que la leche ha sido desnatada. (Beerens, 1991)

La densidad global de la leche varía inversamente con el contenido de materia grasa. En consecuencia, la leche desnatada es más pesada que la leche normal y la medida de la densidad, o de la masa volúmica permite sospechar un desnatado fraudulento cuando sobrepasa los valores límites. (Alais, 1990)

2.6.3 Adición de conservantes. Los conservantes químicos actúan de la siguiente forma:

2.6.3.1 Carbonatos y bicarbonatos. Son sustancias que neutralizan el ácido láctico formado durante la acidificación de la leche, retrasan la coagulación y hay un desarrollo considerable de microorganismos, que no son inhibidos por la acidez.

2.6.3.2 Antisépticos. Permiten frenar o detener toda proliferación microbiana, entre ellos se encuentran: agua oxigenada, hipocloritos alcalinos, formol, ácido bórico y boratos, ácido salicílico y salicilatos y fluoruros.

2.6.3.3 Otros adulterantes. La adición de azúcar se utiliza para aumentar el valor de la leche con respecto a su composición de sólidos y también para ocultar la adulteración por adición de agua. (Gruetmacher, 1999)

2.7 CONTENIDO CELULAR DE LA LECHE

Procedentes de la sangre y del epitelio mamario, llegan gran cantidad de células somáticas a la leche. La presencia de células epiteliales se debe al proceso natural y continuo desgaste y de renovación del epitelio mamario.

Los leucocitos o glóbulos blancos de la sangre participan como mecanismos de defensa en la mama. Por esta razón, cuando el contenido celular esta muy incrementado, el origen de este aumento suele estar en procesos inflamatorios de la ubre. (Robinson, 1990)

El número de células en una vaca libre de enfermedades en las ubres oscila entre 20.000 y 500.000 por cm³, dando por supuesto que no se encuentran microorganismos patógenos. Un contenido celular mayor a 500.000 por cm³ indica una alteración de la secreción y la presencia de gérmenes patógenos.

Hay una disminución del tiempo de reducción del azul de metileno y de la resazurina cuando el contenido de leucocitos es elevado. (Amortegui, 1999)

Los leucocitos son frágiles. Si la leche se conserva 14 horas a temperatura inferior a 10° C se observa su desaparición parcial, la congelación de la leche provoca su destrucción y el calentamiento tienen el mismo efecto. Sin embargo, en las condiciones de una pasteurización baja (63°C por 30 min), subsiste la tercera parte del número inicial de leucocitos, la homogeneización puede hacer desaparecer el 60% de los leucocitos presentes en la leche cruda. (Luquet, 1991)

2.8 MICROBIOLOGIA DE LA LECHE CRUDA

La leche, además de ser un medio nutritivo, es un medio favorable desde el punto de vista físico para la multiplicación de microorganismos y al ser un producto de origen animal sujeto

a una gran diversidad de métodos de producción se puede contaminar con un amplio espectro de microorganismos, que pueden provenir de la ubre, del medio ambiente, equipos de recogida y transporte de la leche y de personal. (Baird, 1987)

El desarrollo de algunas bacterias no tienen un efecto importante en la calidad ni sobre el rendimiento lechero, por el contrario existen otro tipo de bacterias que provocan transformaciones perjudiciales (defectos y descomposiciones químicas) de los componentes organolépticos de la leche. (Eley, 1994)

2.8.1 Microorganismos derivados de la ubre. La leche extraída asépticamente de ubres sanas no es estéril, pero solamente contienen un pequeño número de bacterias, que se conocen como “microorganismos de la ubre”, entre ellos predominan los *Micrococcus* y *Streptococcus*, aunque también son bacterias corineformes incluyendo *Corynebacterium bovis*. (NACMCF, 1997)

El contenido bacteriano de la leche recién ordeñada aumenta significativamente por la mastitis. Los microorganismos causantes entran a la ubre por los pezones a través del canal del pezón que está fuertemente queratinizado y retiene restos de leche, aunque la queratina puede tener propiedades antibacterianas. El canal del pezón, especialmente la zona adyacente al orificio puede ser colonizado por microorganismos como *Staphylococcus aureus*, que permanece durante muchas semanas contaminando la leche cuando sale de la ubre. (Varnan, 1995)

Además de las bacterias del interior de la ubre, también participa la microflora normal del exterior de la mama. Esta microflora es similar a los “microorganismos de la ubre”, incluyendo *Micrococcus*, *Streptococcus* y en número menor, bacterias corineformes, Gram negativos, bacilos y bacterias formadoras de esporas. No hay peligro para la salud humana a no ser que haya lesiones infectadas. (Hayes, 1993).

La piel de la mama: es causa frecuente de contaminaciones importantes cuando no se efectúa un lavado preliminar. Aporta sobre todo gérmenes psicrotrofos.

2.8.2 Microorganismos que provienen del medio ambiente. La importancia del ambiente como fuente de microorganismos en la leche cruda varía considerablemente, pueden pasar microorganismos a la leche desde el exterior de las ubres si no se han limpiado bien y tienen restos de tierra, agua o heces. Los alimentos y la paja que sirven de cama pueden ser fuente de microorganismos y en particular, son importantes en relación con los microorganismos termofílicos causantes de alteraciones. Las heces, que contaminan la paja de la cama y por lo tanto las ubres y la piel del animal, son la fuente más importante de enteropatógenos, incluyendo *Salmonella* y *Campylobacter*. (Frazier, 1993). Las especies de este último género son muy exigentes en sus necesidades de crecimiento y son termolábiles, de modo que suelen destruirse con la mayoría de los métodos de cocción de alimentos. (Eley, 1994)

2.8.3 Equipos de recolección de la leche. Los equipos de recolección de la leche son una importante fuente de microorganismos en la leche y la principal de bacterias psicrótrofas Gram negativas causantes de alteraciones. Entre los factores que contribuyen a la contaminación se incluyen los sistemas de tuberías mal diseñados, mal construidos y la limpieza y desinfección inadecuada entre ordeños. En los utensilios y máquinas mal lavados son millares los gérmenes que pueden existir sobre las superficies de estos implementos lecheros. (Bourgeois, 1994)

Las aguas impuras empleadas en el lavado de los recipientes y de las máquinas pueden ser la causa de contaminaciones muy perjudiciales.

El agua que se utiliza en los distintos tratamientos, a los que se someten los alimentos, debe ajustarse a los patrones microbiológicos del agua de bebida y debe ser aceptable desde el

punto de vista higiénico como económico. Las bacterias que producen viscosidad en la leche, por ejemplo, *Alcaligenes viscolactis* y *Enterobacter aerogenes*, suelen proceder del agua.

La carga microbiana del “agua de refrigeración” que se utiliza para conservar los alimentos, esta integrada principalmente por especies de los géneros *Corinebacterium*, *Alcaligenes*, *Flavobacterium* y *Pseudomonas*. (Frazier, 1993)

2.8.4 Manipuladores. Los microorganismos pueden ser introducidos por personas que tenga síntomas clínicos de infección o por transferencia pasiva de otras fuentes de contaminación como las heces. El mayor riesgo son los patógenos entéricos *Salmonella* y *Campylobacter*, aunque por esta vía también se puede transmitir el protozoo patógeno *Cryptosporidium*. (Elliott, 1996)

El ordeñador no aseado, con ropas cargadas de polvo y suciedad, es una causa más de contaminación. En cualquier caso es deseable que las personas implicadas en el manejo de la leche sean conscientes de sus responsabilidades como manipuladores de alimentos y reciban un completo entrenamiento con respecto a la higiene personal. (Varnam, 1995)

2.8.5 Principales grupos de microorganismos que se encuentran en la leche.

2.8.5.1 Enterobacteriaceae. Son bacilos Gram negativos, oxidasa negativa, y fermenta la lactosa a 37° C produciendo ácido y gas. La mayor parte son huéspedes normales del intestino de los mamíferos; su presencia en el agua o la leche puede atribuirse a una contaminación de origen fecal. Se destruyen fácilmente durante la pasteurización ya que no resisten el calor.

Tiene una gran importancia su presencia en la leche, desde dos puntos de vista:

- Higiénico: varias especies de esta familia son responsables de enfermedades infecciosas, que pueden adquirir carácter epidémico; en el caso de productos lácteos, *Salmonella* suele ser peligrosa.
- Tecnológico: algunas especies producen sustancias viscosas o de sabor desagradable. (Alais, 1990)

2.8.5.1.1 *Escherichia*. Algunas cepas producen toxinas y/o proteínas específicas con acción antibiótica (colicinas). Se encuentra en el intestino grueso de la mayoría de los animales de sangre caliente y por lo tanto contamina la leche ya sea directa o indirectamente mediante el material fecal. Algunas cepas pueden ser patógenas oportunistas como lo demuestra la capacidad de algunas cepas para producir mastitis aguda. (Bourgeois, 1993)

Escherichia coli puede alterar la leche y la mayoría de los productos lácteos produciendo gas y un olor a suciedad o fecal. Algunas cepas encapsuladas, al igual que algunas cepas de *Citrobacter* y *Klebsiella* pueden producir viscosidad en la leche, aun cuando esta haya sido mantenida a baja temperatura. (Robinson, 1993)

2.8.5.1.2 *Enterobacter*. Algunas cepas presentan cápsula, los microorganismos que pertenecen a este género pueden ser de origen fecal o pueden provenir del suelo, de vegetales, o del agua. La leche se puede contaminar a partir de cualquiera de estas fuentes, algunas cepas encapsuladas de *Enterobacter aerogenes* son capaces de producir gran viscosidad en la leche. Origina una débil acidificación. No es patógena. (Hayes, 1993)

2.8.5.1.3 *Salmonella*. Produce una endotoxina que causa enfermedad gastrointestinal cuyos síntomas son fiebre, diarrea y vómito. La aplicación de un tratamiento térmico inferior al de pasterización, la termización, permite la supervivencia de este microorganismo. Muchas cepas son patógenas para el hombre y/o animales debido a la producción de una endotoxina. La

enfermedad se puede presentar como una fiebre entérica como en el caso de *Salmonella thypi* o más frecuentemente como una enteritis como sucede con *Salmonella thypimurium*. (Elliott, 1996)

Algunos serotipos de *Salmonella* son más virulentos que otros, el número real de estos que pueden producir enfermedad en el hombre no es conocido, pero se han aislado numerosas cepas en procesos gastrointestinales y la lista sigue creciendo. Por ello se acepta de modo general que todos los serotipos de *Salmonella* son potencialmente peligrosos para el hombre. (Moreno, 1992)

Este microorganismo también puede contaminar la leche a través de materia fecal y en ciertas circunstancias las vacas que padecen salmonelosis eliminan microorganismos viables en la leche. Han sido responsables de brotes de enfermedades alimentarias de relativa gravedad, debido al consumo de leche cruda. (Frazier, 1993)

Con respecto a la destrucción por calor, todas las especies de *Salmonella* son destruidas fácilmente a las temperaturas de pasteurización de la leche. (Moreno, 1992)

2.8.5.1.4 *Yersinia enterocolitica*. Psicrotrofa que contamina la leche ya sea directa o indirectamente a partir de heces, orina. Crecen mejor entre 30 y 37 ° C su temperatura de crecimiento puede oscilar entre -2° C a 42° C.

Todas las especies son patógenas tanto para el hombre y los animales. Se han aislado de leche crudas y pasteurizada, se reproduce bien en las cámaras frigoríficas. (Ackers, 2000)

2.8.5.2 Pseudomonadaceae. Dentro del sector lácteo se consideran importantes el género *Pseudomonas* y *Brucella*. Bacilos Gram negativos, móviles mediante flagelo polar, metabolismo respiratorio nunca fermentativo. (Robinson, 1987)

2.8.5.2.1 *Pseudomonas*. No esporogeno, catalasa positivo, tiene capacidad de desarrollarse a bajas temperaturas (refrigeración). La producción de pigmentos como la fluorescencia verdosa producida por la pioverdina de *P. fluorescens*. (Moreno, 1992)

El desarrollo de *Pseudomonas* se detiene a A_w altas (0.97 – 0.98), son fácilmente destruidas por calor y las radiaciones, crecen mal si disponen de poco oxígeno y son poco resistentes a la deshidratación. Su crecimiento es pobre o nulo por encima de 42° C. Transportada principalmente por las aguas impuras; constituyen la parte esencial de la microflora psicotrofa y es nociva a causa de su actividad proteolítica y lipolítica. Las especies más representativas en la leche son: *P. fluorescens* y *P. putida*. (Bourgeois, 1994)

Pseudomonas aeruginosa: se puede encontrar en el suelo, en el agua, infecciones de tracto urinario y se ha demostrado que produce mastitis.

Pseudomonas fluorescens: produce alteración de la leche y productos lácteos debido a que son psicotrofos y elaboran enzimas hidrolíticas extracelulares termorresistentes. La lipasa se destruye a 63° C por 30 min. (Taylor, 1999)

2.8.5.2.2 *Brucella*. Es habitualmente patógeno para el ganado vacuno y para el hombre. Los géneros que se destacan son *Brucella abortus* (produce aborto) *Brucella melitensis* (patógena para ganado caprino y ovino). (Robinson, 1987)

2.8.5.3 Neisseriaceae. Solo se han encontrado asociados con el agua y los alimentos, incluyendo la leche y productos lácteos, los miembros del *Acinetobacter* y *Moraxella*. (Alais, 1990)

Células bacilares abultadas que se presentan en pares y cadenas cortas o esféricas, inmóviles, Gram negativos, aerobios, temperatura óptima de 32 a 37°C, pero algunos son capaces de crecer a temperaturas más bajas. (Brock, 1998)

El *Acinetobacter viscolactis* se considera como uno de los microorganismos productores de viscosidad en la leche aunque no todas las cepas son capaces de formar cápsulas que son las responsables de la viscosidad. Al igual que otros miembros de la carga psicrotrofa de la leche cruda, es posible que algunas cepas de ambos géneros, produzcan enzimas degradativas celulares. (Robinson, 1990)

2.8.5.4 Micrococcaceae. Son células esféricas Gram positivas generalmente inmóviles, aerobios o anaerobios facultativos. Comprende 2 géneros de importancia en la industria láctea. (Hayes, 1993)

2.8.5.4.1 *Micrococcus*. Estas bacterias son aerobias estrictas; no fermentan la glucosa, sino que la degradan sin provocar más que un débil descenso del pH (5,0 y 5,5). No son patógenos; se hallan con frecuencia sobre la piel del hombre y de los animales. Forman parte de la flora inocua que contamina la leche, y se encuentra frecuentemente después del ordeño. (Bourgeois, 1994)

2.8.5.4.2 *Staphylococcus*. Son aerobios facultativos; provocan una fermentación acidificante de la glucosa con un descenso del pH (4,3 y 4,5). Existen estafilococos patógenos, que son coagulasa positiva y están ligados a la producción de enterotoxinas termoestable (*Staphylococcus aureus* y *S. albus*); existen otros estafilococos no patógenos, coagulasa negativa y sin producción de toxinas (*S. epidermidis*). (Brock, 1998)

2.8.5.5 Bacillaceae. Son bacilos rectos, se pueden presentar aislados en pares o en cadenas forman endosporas que son resistentes al calor y a otros agentes deletéreos, aerobios facultativos o anaerobios. en esta familia hay 2 géneros que son de importancia en la industria láctea (*Bacillus* y *Clostridium*). (Alais, 1990)

Bacillus cereus forma esporas termorresistente, este microorganismo es capaz de producir en la leche pasteurizada una coagulación dulce y un agriado de la crema, produce una proteasa extracelular (lecitinasa). Crece entre 25 y 30° C pero no por debajo de 10° C. Algunos miembros de este género como *Bacillus subtilis* se asocian con la producción de viscosidad o limo en la leche cruda o pasteurizada, también se le ha considerado como responsable de la coagulación de la leche. Producen enzimas que degradan pectinas y caseína, crece entre 20 y 45°C. El género *Clostridium* tiene importancia en productos lácteos enlatados. (Warriner, 2000)

2.8.5.6 Corineformes: Son bacilos rectos o ligeramente curvo, algunas veces presentan abultamientos en forma de baston Gram positivos, aunque algunos pueden ser Gram negativos. Son aerobios o anaerobios facultativos. Los géneros que merecen especial consideración son *Corynebacterium*, *Arthrobacter* y *Microbacterium*. (Beerens, 1991)

Las especies de *Corynebacterium* asociadas con la leche son patógenas para el hombre y los animales, aunque se han aislado especies no patógenas que provienen del suelo, agua y aire. La temperatura óptima de crecimiento de las especies patógenas para el hombre y los animales es de 37° C, algunas especies producen exotoxinas. (Moreno, 1992)

Corynebacterium pyogenes es el principal agente etiológico de mastitis de ganado vacuno. *Corynebacterium bovis* existe como comensal en la ubre de la vaca, pero es posible que produzca mastitis.

Micobacterium se encuentra en los implementos utilizados en la lechería, formando parte de la flora termodúrica, pueden sobrevivir a temperaturas de pasteurización. (Bourgeois, 1994)

2.8.5.7 Micobacteriaceae. Esta familia comprende solamente un género el *Mycobacterium*, son ácido alcohol resistentes, inmóviles, aerobios.

Mycobacterium tuberculosis produce tuberculosis en el hombre pero es relativamente no patógeno para cabras y aves.

Micobacterium bovis: produce tuberculosis en el género bovino, en el hombre y en cerdo, la infección en el hombre se produce generalmente por la ingestión de productos lácteos. (Beerens, 1993).

2.8.5.8 Vibrionaceae. Forma bacilar, recto o curvo, generalmente móviles por medio de flagelo polar, Gram negativos, aerobios y anaerobios facultativos, pueden mesófilos o psicrotrofos. La mayoría de los géneros tiene su origen en el agua, son incapaces de desarrollarse a temperaturas superiores a 37° son destruidas fácilmente por el calor y crecen mejor en condiciones aerobias. los géneros *Flavobacterium* y *Chromobacterium* se relacionan con la leche. (Elliott, 1996)

Algunas cepas de microorganismos pertinentes a estos géneros producen enzimas extracelulares parcialmente termorresistentes y por lo tanto contribuyen a la alteración de la leche y productos lácteos. Se ha observado que *Flavobacterium* sp puede producir gran viscosidad en la leche a temperaturas de 4° C. (Frazier, 1993)

2.8.5.9 Otras bacterias como *Campylobacter* y *Listeria*.

Campylobacter es un bacilo curvo, que se desarrolla a tensiones reducidas de oxígeno. Los síntomas de infección por *Campylobacter* incluyen fiebre alta, náuseas, calambres

abdominales, y heces acuosas frecuentemente sanguinolentas. Este microorganismo se encuentra fácilmente en el agua, siendo esta la principal fuente de contaminación de la leche al ser consumida por el animal y al ser adicionada a la leche, para aumentar su volumen, como un acto fraudulento. Se presenta cuando el tratamiento de pasterización de la leche es incorrecto. (Robinson, 1990)

Listeria monocytogenes patógeno para el hombre y el ganado vacuno. Son cocobacilos pequeños, Gram positivos, móviles, aerobios o microaerofilicos, temperatura mínima de crecimiento 2.5° C, se destruye a 58-59° C durante 10 min. Temperatura óptima de crecimiento de 37° C. (Brock, 1998)

2.8.6 Mohos y levaduras. Las levaduras y los mohos crecen mas lentamente que las bacterias en los alimentos que conservan humedad y por ello pocas veces determinan problemas en tales alimentos.

Levaduras: suelen encontrarse levaduras que pertenecen al genero *Candida* (causantes de la leche espumosa) .

Mohos: Segregan lipasas que hidrolizan las grasas y proteasas que degradan las proteínas, no tienen importancia en la leche líquida; la tienen en mayor grado en quesos. Como las levaduras se destruyen fácilmente durante la pasterización; sus esporas no son termorresistentes. (Eley, 1994)

2.8.7 Análisis microbiológico de la leche. Es de gran importancia para determinar la calidad de la leche y para esto existen diversos métodos entre ellos están los siguientes.

2.8.7.1 Recuento de microorganismos mesófilos aerobios. Para el recuento se utiliza el agar Plate Count, se pueden utilizar dos técnicas en profundidad cada muestra se analiza por duplicado, empleando dos series de placas de Petri estériles de 90 mm de diámetro. En ellas se

deposita 1ml de cada una de las diluciones. Después se añade en las placas 15 ml del medio de cultivo; en superficie se deposita en la superficie de medio sólido de recuento una cantidad conocida de las diferentes diluciones de la leche. (Hayes, 1993)

2.8.7.2 Recuento de bacterias psicrótrofas. Para este recuento se utiliza el método de siembra en superficie. La temperatura de incubación es de 10° C, la duración del período de incubación es de 3 a 10 días. (Moreno, 1992)

2.8.7.3 Recuento de coliformes, coliformes fecales y *Escherichia coli*. Este análisis tiene como objetivo principal detectar la presencia de *Escherichia coli*, considerando como un claro indicativo de la existencia de una contaminación fecal. Se utiliza caldo lactosado bilis verde brillante, a los tubos ya preparados con este caldo, se les añade 1 ml de leche o 1 ml de las diferentes diluciones. Para el cálculo del número más probable, es indispensable inocular varios tubos (3) con cada una de las muestras. Se incuban a 30° C durante 24 y 48 horas. La formación de gas que se observa en las campanas, hace presumir la presencia de coliformes totales. (Bourgeois, 1994)

Para determinar si hay presencia de coliformes fecales se toma el inóculo de tubos con gas y se siembra en un tubo de caldo bilis verde brillante y se lleva a un baño a 45° C por 24 horas, si hay presencia de gas confirma la presencia de coliformes fecales. (Beerens, 1991)

El test de confirmación para *Escherichia coli* consiste en cultivar el contenido de los tubos en los que se haya formado gas, sobre un medio sólido adecuado (ENDO o EMB).

2.8.8 Sistemas antimicrobianos en la leche cruda. Hay diversos sistemas antimicrobianos en la leche cruda que forman parte de los mecanismos de defensa de la ubre frente a la infección,

o confieren a las vacas lactantes resistencia a las enfermedades. Se pueden dividir en dos grupos de acuerdo con el tipo de inhibición. (Alais, 1990)

2.8.8.1 Inhibición específica. Se debe a las inmunoglobulinas. Anticuerpos que se producen en la glándula mamaria, como respuesta a la presencia en el organismo de antígenos y especialmente de componentes de bacterias. (Veisseyre, 1991)

2.8.8.1.1 Aglutininas. Inmovilizan las bacterias sensibles, formando aglomeraciones que son arrastradas a la superficie con los glóbulos grasos o bien se depositan en el fondo de los recipientes. Las bacterias resistentes no son aglutinadas, ni su proliferación ni su actividad se detienen. (Spreer, 1991)

2.8.8.2 Inhibición inespecífica. Se produce por la acción de sistemas enzimáticos o de proteínas que tienen propiedades ligantes. (Veisseyre, 1991)

2.8.8.2.1 Lactoperoxidasa (L.P). Es bastante abundante en la leche de vaca. Es un sistema con tres componentes: L.P. + tiocianato + agua oxigenada, siendo este último producto el factor limitante de la actividad en la leche fresca. El sistema es activo sobre todo contra estreptococos piógenos (grupos A y B). (Barrett, 1999)

En general, el efecto es mayor frente a las bacterias Gram negativas *Escherichia coli* y *Salmonella*. La mayoría de las bacterias Gram positivas, incluyendo los *Streptococcus* de otros grupos y la *Listeria monocytogenes* son relativamente resistentes al sistema, que hace que su crecimiento sea más lento, pero no lo evita. (Barrett, 1999)

2.8.8.2.2 Lisozima. Esta dotada de acción bactericida, ya que rompe la pared bacteriana, pero esta en cantidad insuficiente en la leche para que pueda tener un papel apreciable.

2.8.8.2.3 Lactoferrina. Es una proteína fijadora de hierro. Esta compete con las bacterias con el hierro disponible y de este modo, reduce notablemente o inhibe su multiplicación. (Alais, 1990)

2.8.9 Influencia de las sustancias antimicrobianas sobre la microflora de la leche.

2.8.9.1 Leche cruda. La microflora que contamina la leche tras el ordeño, no suele desarrollarse sino al cabo de un determinado tiempo de conservación de la leche a temperatura ambiente; es la fase bactericida o de adaptación, debido a la presencia de sustancias bacterianas presentes en la leche. (Moreno, 1992)

2.8.9.2 Leche pasteurizada. Los inhibidores naturales de la leche de vaca no se destruyen por la pasteurización clásica (72°C, 15 min). La leche pasteurizada de esta manera tiene generalmente una mejor conservación que la calentada a temperatura un poco más alta. Muchas de las bacterias que contaminan la leche pasteurizada se desarrollan francamente mejor en la leche que ha experimentado un tratamiento térmico suficiente para destruir la lactoperoxidasa (pasteurización alta). (FAO, 1991).

La homogeneización impide la ascensión de los glóbulos grasos y provoca la destrucción de las aglutininas. Ello explica que en condiciones idénticas de recontaminación, la leche homogeneizada muestra una calidad de conservación inferior a la de la leche pasteurizada sin homogeneizar. (Hayes, 1993)

2.8.10 Antagonismos. Algunos antagonismos se ejercen por intermedio de una sustancia tóxica, resultante del metabolismo de una especie determinada. Por ejemplo la producción de agua oxigenada por ciertos *Lactobacillus* es la causa de inhibición de otras especies, en particular de *Clostridium*, bacterias coliformes, *Staphylococcus*.

Se presenta un antagonismo directo por la producción de antibióticos. Entre las bacterias relacionadas con este tipo de antibiosis es la elaboración de nisina por *Streptococcus lactis*. (Alais, 1990)

2.8.11 Degradación microbiana de la lactosa y sus consecuencias. La fermentación de la lactosa por las bacterias va acompañada siempre de la producción de ácidos orgánicos y por lo tanto de un descenso del pH del medio.

Las consecuencias de las fermentaciones de la lactosa son las siguientes.

- Coagulación por acidificación: Se presenta una transformación de lactosa en ácido láctico por acción de enterobacterias, ocasionando la floculación de la caseína
- Producción de gas: domina siempre el gas carbónico, pero puede estar acompañado por el hidrógeno. Esta fermentación gaseosa suele ser perjudicial porque produce espuma en los productos líquidos.
- Producción de sustancias viscosas: existen varios tipos de microorganismos (*Micrococcus* y *Bacillus*) que al desarrollarse en la leche o en los productos lácteos, son capaces de realizar, gracias a la actividad de una transferasa, la síntesis de polisacáridos, *Leuconostoc mesenteroides*, producen dextranos. Debido a esta fermentación viscosa aumenta la viscosidad. Los microorganismos causantes son inofensivos, pero, en el caso de la leche de consumo, la viscosidad producida constituye un defecto. (Alais, 1990, Gruetmacher, 1999)

2.8.12 Degradación microbiana de las proteínas y de los lípidos. Cuando la leche es ácida, los microorganismos pueden consumir el ácido láctico presente. Intervienen principalmente ciertos mohos (*Geotrichum*, *Penicillium*, *Mucor*). Desaparecido el ácido láctico, se hace posible la degradación de las materias nitrogenadas. (Varnam, 1995)

La coagulación de la leche sin acidificación, seguida de la digestión y licuefacción del coagulo, en ocasiones poco visible, se debe a diversas bacterias que no se desarrollan cuando están presentes las especies lácticas. *Bacillus cereus* y *Bacillus subtilis* son los agentes más comunes de la alteración de los productos pasteurizados. *Streptococcus faecalis* también produce la coagulación de la leche sin acidificación, pero no resiste la pasteurización. La rancidez lipolítica, liberación de ácidos grasos libres tras la hidrólisis de las moléculas de triglicéridos, es causada por las lipasas de microorganismos contaminantes (enzimas termoestables), que producen olor desagradable. (Veisseyre, 1991)

2.9 PRODUCCION DE LECHE PASTERIZADA EN EL CENTRO DE TRATAMIENTO.

Es preciso tomar precauciones en todas las fases de distribución de la leche hasta que el producto llegue al consumidor para que no se produzca una contaminación ulterior al tratamiento térmico y para conseguir que la capacidad de conservación de la leche se mantenga durante el mayor tiempo posible. (Gardner, 1997)

La pasteurización es el punto clave en el proceso de la leche líquida, pero, además intervienen otras operaciones que tienen cada una un propósito tecnológico distinto. La planta debe considerarse en conjunto con respecto a su correcto y seguro funcionamiento y se requiere un cuidado especial en el control de las operaciones que implican un riesgo de recontaminación del producto ya pasteurizado. (Lopez, 1997)

2.9.1 Transporte de leche.

2.9.1.1 Cantinas. Casi siempre se utilizan carrocerías con bandejas, donde el piso inferior debe estar a unos 70 u 80 cm del suelo con objeto de facilitar el trabajo al recogedor durante la carga de los cantaros de leche. Se emplean siempre cantinas metálicas, generalmente de 20 litros, a veces de 40 litros y, mas raramente, de 100 litros. El metal utilizado es chapa estañada o una aleación de aluminio El de aluminio (97.8% de aluminio; 0.7% de magnesio y 1.5% de silicio) es más ligero (4kg el bidón de 20 litro) y más resistente a los golpes y a la oxidación. (FAO, 1991)

Han aparecido cantinas de plástico que son muy resistentes y ligeros y por tanto fáciles de manejar. La escasa conductividad de la sustancia plástica dificulta el enfriamiento de la leche. Independientemente del material del que estén construidos, las cantinas deben ser de una sola pieza sin juntas ni quebramientos que puedan convertirse en focos de contaminación. El cierre debe ser hermético. (Wilde, 1991)

2.9.1.2 Carrotanque. Es un sistema muy práctico, que permite eliminar la manipulación de un gran número de cantinas evitando así la contaminación por una deficiente limpieza. El transporte en carrotanque supone una mezcla de leches de diferente calidad, es decir, las leches de buena calidad y las de calidad inferior. Este inconveniente puede ser eliminado instalando diversos depósitos en un mismo camión para evitar la mezcla. (Veisseyre, 1991)

Cuando el carrotanque esta correctamente limpio y desinfectado y en el caso que los recorridos no duren mas de dos horas la multiplicación microbiana no es tan prominente a lo largo del transporte, dependiendo de la calidad microbiológica de la leche. (Spreer, 1991)

El empleo de materiales y dispositivos del tanque, que pueden ser fácilmente limpiados y desinfectados asegura el mantenimiento de la calidad de la leche. Las cisternas son generalmente de acero inoxidable. Es más económico transportar en estos camiones cantidades superiores a 4000 litros, además se gasta menos con las operaciones de carga y descarga por que estas se hacen por medio de bombas de aire comprimido y de vacío. (Varnan, 1995)

El tanque resulta ser ventajoso por que la temperatura sube 1° C cada 18 horas, mientras que en las cantinas la temperatura sube 1° C mas por hora, en climas con temperaturas superiores a 25-26° C. (FAO, 1991)

2.9.2 Recepción. Es una zona de descargue de la leche donde es analizada organolepticamente para determinar su calidad. La finalidad primordial de los análisis es averiguar rápidamente si la leche cruda es adecuada para el tratamiento térmico. Básicamente las pruebas que se realizan son las siguientes:

Prueba de precipitación con alcohol (etanol al 77%)

Prueba de acidez titulable

Prueba tiempo de reducción de azul de metileno (TRAM)

Determinación del índice refractometrico

Determinación de la densidad

Identificación de adulterantes

Determinación de conservantes

Prueba de coagulación por ebullición

Identificación de neutralizantes

2.9.3 Filtración. Esta operación se realiza para la leche contenida en cantinas, donde se separan todas las impurezas de mayor tamaño por medio de un filtro metálico.

2.9.4 Depuración centrífuga. En el proceso de depuración se eliminan las partículas orgánicas e inorgánicas de suciedad. Estas impurezas llegan a la leche por haberse ordeñado y tratado ésta defectuosamente en la granja y cuando no se han eliminado al limpiarla. Las impurezas también pueden haber llegado a la leche durante el transporte.

También se eliminan los aglomerados de proteínas (coágulos) que se forman en la leche por la influencia perjudicial de algunos microorganismos. (Veisseyre, 1991)

Otro efecto de la depuración es que reduce el contenido de microorganismos de la leche. Esto se explica porque en los aglomerados y en las partículas de suciedad se encuentran adheridos o incluidos un gran número de microorganismos. (Spreer, 1991)

Estas centrifugas eliminan las partículas de hasta 45 micrómetros de diámetro. La fuerza centrífuga en la que se basan estos aparatos lanza fuera de la leche las impurezas debido a que el peso específico de estas es superior al de la leche. La leche llega a un tambor que gira a gran velocidad (3000 a 4000 revoluciones por minuto) y las impurezas son proyectadas contra las paredes del tambor, formando un residuo grisáceo. (Robinson, 1987)

Este intenso tratamiento mecánico parte las grandes colonias de microorganismos en muchas colonias pequeñas. Estas pequeñas colonias y estos microorganismos aislados muestran una gran actividad de multiplicación, por lo que la leche así tratada se debe pasteurizar inmediatamente. (Alais, 1990)

El proceso de desnatado es la separación, mediante la aplicación de fuerzas centrifugas, de la leche en nata (crema) y en leche desnatada (descremada)

2.9.5 Homogeneización. Es la reducción de tamaño de las partículas de tal forma, que las fases, distribuidas homogénea o irregularmente, de un líquido pasan a estar de un grado de distribución más elevado, estabilizándose así el estado de dispersión. La homogeneización se utiliza, para reducir el tamaño de los glóbulos grasos consiguiendo que todos tengan un diámetro uniforme de 0.5–1 micrómetro. (Wilde, 1991) El efecto homogeneizado se consigue

haciendo pasar la leche a elevada presión a través de estrechas hendiduras cuyas medidas sean menores a las de los glóbulos grasos. (Varnan, 1995)

El proceso de homogeneización provoca la aparición de fenómenos beneficiosos y perjudiciales

- Fenómenos beneficiosos: aumento de la superficie total de los glóbulos grasos que impide o al menos retrasa notablemente, la formación de nata; la leche adquiere un sabor agradable; favorece la digestibilidad de la leche; se destruyen colonias microbianas lo que hace que el efecto germicida
- Fenómenos perjudiciales: se aumenta la superficie de ataque frente a las lipasas microbianas; la leche se hace mas sensible a la acción de la luz solar provocando las características organolépticas de mal sabor; se reduce la estabilidad frente al calor (Veisseyre, 1990)

2.9.6 Pasterización. La pasterización puede definirse como el calentamiento de leche a la temperatura y durante el tiempo necesarios para destruir todos los agentes patógenos que pueda contener, sin causar mas modificaciones de mínima importancia en su composición, sabor y valor nutritivo. (Robinson, 1987)

La pasterización, además de inactivar la fosfatasa, enzima que abunda en la leche cruda y de destruir los organismos patógenos y otros microorganismos, destruye también la casi totalidad de los organismos no patógenos que pudiera haber en la leche, prolongando así su calidad y conservación. (Varnan, 1995)

Una reacción positiva a la prueba de la fosfatasa, efectuada inmediatamente después de la pasterización, es una indicación fidedigna que la leche no ha sido bien pasterizada y que, por consiguiente, puede contener organismos patógenos. Por esta razón, esta prueba debe aplicarse

regularmente a la leche que se supone esta pasteurizada para determinar si la pasteurización se ha efectuado con una combinación de tiempo y temperatura eficaz. (Gruetmacher, 1999)

Los efectos de la pasteurización pueden verse anuladas en gran medida o totalmente si no se tiene cuidado de evitar una recontaminación posterior de la leche. En este proceso se tiende siempre a someter la leche a una combinación de temperatura tiempo que suponga un tratamiento moderado del producto, es decir, que modifique los menos posibles los componentes de la leche. El inconveniente es que se trate de un tratamiento que no garantiza la destrucción de todos los microorganismos. Para obtener un producto que se conserve durante un periodo largo de tiempo es necesario aplicar tratamientos térmicos más intensos, por ejemplo el calentamiento UHT (Gogov, 1990)

1.1

Una instalación de pasteurización se compone invariablemente de un aparato de calentamiento y un aparato de refrigeración. El pasteurizador de placas consiste fundamentalmente de una serie de placas onduladas de disposición generalmente vertical, y a veces, horizontal unidas entre si por juntas de goma. El espacio que separa cada dos placas consecutivas (de unos tres o cuatro mm) es recorrido por la leche, el elemento calefactor, agua o vapor a baja presión, circula contra corriente por los espacios paralelos inmediatos. (Steele, 2000)

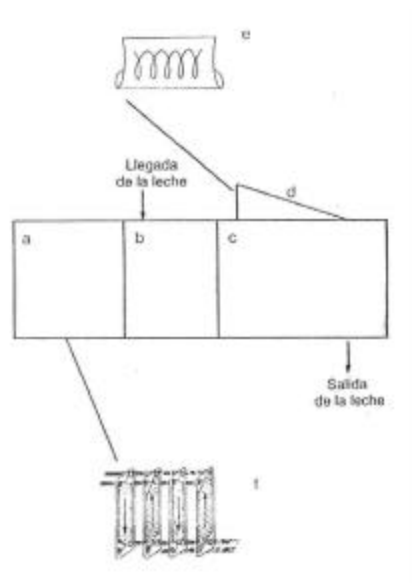


Figura 3. Esquema de una planta de pasteurización con intercambiador de calor de placas.

(a) La leche entera entra en la planta de pasteurización y se precalienta por intercambio con la leche que sale en la sección de regeneración (b). La leche precalentada pasa entonces a la sección de pasteurización (c), donde es calentada por agua caliente hasta la temperatura de pasteurización necesaria. Todas las secciones de intercambio térmico consisten en una serie de placas, en las que por una cara circula la leche y por la otra el fluido calefactor o refrigerador (f). El tubo de mantenimiento (d) asegura que la leche se mantenga durante el tiempo necesario a la temperatura de pasteurización. El tiempo de mantenimiento está determinado por la longitud del tubo que es constante y el caudal, regulado por una bomba de presión positiva. Un flujo turbulento (e) produce una buena mezcla y una velocidad constante. (Varnan, 1995)

La limpieza puede efectuarse fácilmente en circuito cerrado, ocupan un espacio comparativamente reducido y pueden tratar hasta 20.000 litros por hora. (Veisseyre, 1990)

2.9.6.1 Procedimientos de calentamiento. Existen diferentes tipos de procesos entre ellos la termización, pasteurización baja, media y alta.

En la termización las características de la leche no se alteran significativamente, pero su efecto bactericida es relativamente bajo. Destruye los microorganismos patógenos, los coliformes y del 20 al 60% de los psicrotrofos y mesófilos, pero no afecta a los microorganismos termófilos. (Wilde, 1991)

La termización de la leche cruda no es un verdadero procedimiento de pasteurización. Se utiliza para conservar temporalmente la leche cruda. Con este sistema se pretende conseguir que la leche se puede conservar almacenada, a una temperatura máxima de 7° C y como mucho durante tres días, sin que tenga lugar un desarrollo excesivo de las bacterias psicrotrofas. Se inactiva como máximo un 50% de la fosfatasa. (Ravanis, 1994)

En la pasteurización baja el calentamiento es a 63° C durante 30 min, es un proceso en el cual no se aprecian alteraciones en la leche, pero el efecto bactericida, si el contenido inicial de microorganismos es elevado no alcanza los requisitos exigidos. (Spreer, 1991)

En la pasteurización intermedia el calentamiento se hace entre 71 y 74° C a 42-45 seg. Este sistema es el más utilizado ya que reúne todas las condiciones exigidas. Provoca alteraciones poco importantes a las proteínas séricas 0.5 a 1%, así como una ligera precipitación de algunas sales de la leche. Las vitaminas no se alteran significativamente, reduciéndose únicamente en un 20% el contenido de vitamina C. Se inactiva la fosfatasa alcalina. (Veisseyre, 1990)

En la pasteurización alta el calentamiento es de 72° C durante 15 seg. El método es rápido y continuo, pero modifica ligeramente las propiedades de la leche, las albúminas y las globulinas sufren una coagulación parcial, se inactiva la peroxidasa y las proteínas séricas se alteran en un 5 a 6 %. (Spreer, 1991)

2.9.6.2 Control de calentamiento. Para asegurarse que el calentamiento ha tenido lugar correctamente, se han de realizar una serie de pruebas de control. Este control es, generalmente, doble: el primero basado en el diagrama del registro térmico y el segundo analizando la presencia de enzimas.

La presencia de la enzima peroxidasa que se inactiva a 85° C indica una insuficiente pasteurización alta. La presencia de fosfatasa alcalina indica una insuficiente pasteurización baja: la leche cruda contiene siempre fosfatasa alcalina, cuya temperatura de inactivación es ligeramente superior a la temperatura de destrucción del Bacilo tuberculoso, que es el microorganismo más termoresistente de todos los microorganismos patógenos que suelen hallarse en la leche. (Eliott, 1996)

Una técnica para identificar microorganismos termorresistentes es el calentar la muestra de leche a controlar en las condiciones de pasteurización (75-80° C durante 15-20 seg), para

eliminar los microorganismos de contaminación aportados por los recipientes o por cualquier otro material sucio. (Beerens, 1991)

Para evaluar el número de microorganismos que resultan de contaminaciones producidas después de la pasteurización se realiza un análisis microbiológico por recuento de siembra en placas. Para determinar si la leche ha sido contaminada por coliformes se hace la prueba de número más probable.

2.9.6.3 Influencia de la temperatura en la proliferación de las bacterias en la leche. En la leche pasteurizada se encuentra a veces *Micrococcus* resistentes. En la leche hervida o insuficientemente pasteurizada, las especies esporuladas (*Bacillus* y *Clostridium*) forman la parte esencial de la flora. (Hayes, 1993)

En lo que se refiere a las actividades bacterianas, es preciso considerar el efecto de las variaciones de temperatura sobre la velocidad de las reacciones enzimáticas. Los sistemas enzimáticos microbianos tienen a veces una actividad óptima en una zona de temperatura que no es la de la multiplicación activa; especialmente en el caso de las proteasas de los *Bacillus* y *Proteus*, que son más activas a una temperatura inferior a la de su desarrollo máximo. Existe también la situación inversa; las proteasas de ciertas bacterias psicrotrofas son más activas a 90° C que a 20° C, y a veces son incluso termorresistentes. (Robinson, 1990)

2.9.6.4 Comportamiento de la leche sometida a calentamiento. El comportamiento de la leche sometida a calentamiento es función no solamente de la temperatura alcanzada sino también de la duración del calentamiento. El calentamiento de la leche acarrea numerosas consecuencias, entre las cuales se citan: modificaciones de la estabilidad de la solución coloidal y de la emulsión de la grasa; modificaciones del color y del sabor; disminución del contenido en biocatalizadores. Estas transformaciones son el resultado de acciones complejas sobre los diversos componentes de la leche. (Alais, 1990)

2.9.6.4.1 Acción del calentamiento sobre las proteínas. Las proteínas solubles son, en mayor o menor grado, desnaturalizadas mediante calentamiento a temperaturas superiores a 56° C durante 30 min. Esta desnaturalización se traduce por una desestabilización y activación de los grupos sulfidrilo (-SH). La principal fuente de grupos SH es la proteína β - lactoglobulina y las proteínas de la membrana del glóbulo graso. Al realizarse una pasteurización en condiciones óptimas (63° C 30 min y 72° C 15 a 20 seg) no ocasiona una desnaturalización apreciable de las proteínas. (Vesseyre, 1991)

Las caseínas se modifican a temperaturas muy elevadas, superiores a 120° C, durante 10 min. Además es preciso destacar que esta modificación no es una desnaturalización sino una hidrólisis (conduciendo a la liberación de nitrógeno no protéico, fósforo y ácido cálcico) es decir, una ruptura parcial de las cadenas polipeptídicas. Este comportamiento se explica por la estructura de la caseína nativa, no son componentes globulares como las proteínas del lactosuero. Son proteínas cercanas, por su estructura, a las proteínas desnaturalizadas. (Spreer, 1991)

2.9.6.4.2 Acción del calentamiento sobre la materia grasa. los componentes de la materia grasa son poco sensibles a los tratamientos térmicos moderados. Es preciso alcanzar temperaturas muy superiores a 100° C o realizar un calentamiento prolongado durante varias horas a 70 – 80° C para detectar una degradación de los triglicéridos que se traduce por la formación de lactonas y metil – cetonas, que son el origen de ciertos defectos del sabor, como el sabor característico de las leches en polvo reconstituidas. (Jaramillo, 1996)

La acción del calentamiento sobre el glóbulo graso es mucho más importante a las temperaturas alcanzadas normalmente en las pasteurizadoras. La pasteurización a 72° C durante 20 segundos desnaturaliza las aglutininas superficiales de los glóbulos y dificulta formación de la capa de crema. Cuando el calentamiento alcanza 85 – 90° C durante 15 – 20 segundos, puede observarse la pérdida material de la membrana del glóbulo graso. (Ravanis, 1995)

2.9.6.4.3 Acción del calentamiento sobre la lactosa. La lactosa adquiere una coloración amarillenta que a 175° C pasa a pardo. Entonces hay una caramelización, es decir, pirólisis con desprendimiento de olor característico. (Varnan, 1995)

2.9.6.4.4 Acción del calentamiento sobre las sales minerales y las micelas de fosfocaseinato cálcico. La leche fresca presenta un contenido de fosfato cálcico disuelto, próximo a su punto de saturación en la fase acuosa. Por ello, toda elevación de la temperatura conduce a la insolubilización progresiva del fosfato. (FAO, 1990)

Cuando la temperatura sobrepasa los 55-60° C, la solubilización del fosfato va acompañada de la integración del mismo en las micelas de fosfocaseinato en forma de una sal coloidal, se produce entonces una mineralización de las micelas y como consecuencia un aumento del tamaño de las mismas ocasionando una disminución en la hidratación. (Steele, 2000)

2.9.6.4.5 Acción del calentamiento sobre los microorganismos. La destrucción térmica de los microorganismos esta ligada a la degradación de los ácidos nucleicos y a la desnaturalización de las proteínas celulares, la ruptura de los puentes de hidrogeno acarrea modificaciones de la estructura secundaria que ocasionaría daños irreversibles para el desarrollo de los procesos de multiplicación. Hay diversos factores que intervienen en la destrucción térmica tales como la humedad, resulta más difícil eliminar microorganismos en un medio seco que en un medio acuoso; algunos elementos disueltos tales como los glúcidos, las proteínas, las sales como el cloruro sódico, tienden a aumentar la termorresistencia de los microorganismos, la materia grasa forma una película protectora alrededor de la célula. (Wilde, 1991, Vesseyre, 1991)

2.9.6.5 Carga microbiana termorresistente. A partir de 65 a 70° C cuando la temperatura se mantienen durante algunos minutos, la mayoría de los microorganismos propios de la leche

son destruidos. Sin embargo, cierto número de microorganismos pueden subsistir a esto s se les denomina termorresistentes, cuando resisten un calentamiento a 72° C durante 15 segundos o 63° C durante 30 minutos. (Bourgeois, 1994)

Entre las bacterias termorresistentes figuran principalmente *Streptococcus thermophilus*, *S. durans*, *s. faecium*, *Micrococcus candidus*, *M. caseolyticus*, *M. luteus*, *M. freudenreichii*, *Microbacterium liquefaciens*, *Lactobacillus thermophilus* y *L. lactis*. Ninguno de estos microorganismos es esporulado. Algunos son también termofilos (*Streptococcus thermophilus* y *Lactobacillus thermophilus*), pudiendo desarrollarse en al leche pasteurizada insuficientemente refrigerada. (Beerens, 1991, Hayes, 1993)

Entre las bacterias termorresistentes esporuladas frecuentes en la leche, están *Bacillus* y *Clostridium* siendo las más abundantes. *Bacillus subtilis*, *B. licheniformis*, *B. coagulans* y *B. cereus* están presentes así como *Clostridium butyricum* y *C. tyrobutyricum*. En general, las levaduras y mohos no son termorresistentes. La carga termorresistente de la leche proviene principalmente de la contaminación a partir de materiales mal desinfectados. (Barnes, 1999)

2.9.6.5.1 Destrucción térmica de la flora patógena. En lo referente a las rickettsias, solamente *Coxiella burnetti*, agente de la fiebre Q, puede jugar un papel en la transmisión de enfermedades al hombre. Este microorganismo es notable por su termorresistencia, ligeramente superior al bacilo tuberculoso. Mientras que este último se destruye mediante calentamiento a 72° C durante 13 segundos, *Coxiella burnetti* no se destruye a esta temperatura a menos que el calentamiento se mantenga durante 15 segundos. (Veisseyre, 1991)

En cuanto a los virus son generalmente sensibles ala acción letal del calor. Por lo tanto, son destruidos por los tratamientos térmicos que aseguran la desaparición de las bacterias patógenas más termorresistentes. En lo referente a las toxinas bacterianas, las que presentan mayor peligro son la toxina estafilocócica, la mayor parte de las veces de origen humano y la de las enterobacteriaceas. Las de *Clostridium* y *Streptococcus* generalmente no provocan

enfermedades por el consumo de leche. La eliminación de las toxinas bacterianas termorresistentes (la de ciertos *Staphylococcus hemolyticus*, afortunadamente muy raros en la leche soporta 100° C durante 30 minutos) solamente puede realizarse mediante la adopción de medidas higiénicas rigurosas en el momento de la obtención y recogida de la leche. (Robinson, 1987, Eley, 1994)

2.9.7 Refrigeración de la leche. La refrigeración es el proceso que sigue inmediatamente al calentamiento, la leche se refrigera protegida de la atmósfera en refrigeradores tubulares o de placas cuyo fundamento es idéntico al de los pasteurizadores, ya que la única variación consiste en la sustitución dl agua caliente por un fluido refrigerante. Estos aparatos, de acero inoxidable, puede limpiarse en circuito cerrado. Se refrigera a temperaturas menores o iguales a 5° C. (Veisseyre, 1990)

Con ello se pretende inhibir la multiplicación de los microorganismos que han sobrevivido al tratamiento térmico y de otros microorganismos que han llegado a la leche por recontaminación posterior al calentamiento. Además es un proceso que también incrementa la capacidad de conservación del producto. (Moreno, 1992)

2.9.8 Envase. Una vez pasteurizada la leche se envasa en recipientes herméticamente cerrados para protegerla de las contaminaciones durante la comercialización. Los envases tienen que reunir los siguientes requisitos: proteger al producto de influencias externas como impurezas, aire del ambiente, humedad y la luz; impedir mediante un mecanismo de cierre adecuado las pérdidas de producto; el material debe ser inofensivo sanitariamente, es decir, debe ser atóxico (no reaccione químicamente con el producto), que no se ablande al contacto con el producto y tampoco debe provocar sabores u olores anómalos en el producto. (Mossel, 1991, Spreer, 1991)

El incremento en la aplicación de polímeros sintéticos en el empaque requiere una información sobre las características del producto final. Las altas temperaturas durante el proceso pueden inducir una descomposición térmica que puede migrar al producto empacado y causar un sabor indeseable. (Kim, 1990)

La fabricación de las bolsas tubulares se realiza extrayendo una tira plana, se le da forma tubular, se disponen una costura longitudinal y otra horizontal, se llenen mediante un dispositivo dosificador y se llenan por soldadura.

2.9.9 Etiquetado y rotulado de la leche de consumo. Los envases desechables y reutilizables llevarán impresa una leyenda en caracteres visibles que comience con la palabra “LECHE”, seguida del nombre del proceso de higienización correspondiente y de la indicación, cuando sea el caso, de su condición de entera, semidescremada o descremada o entera re combinada. En seguida se debe colocar la siguiente frase “MANTENGASE REFRIGERADA Y DESPUES DE ABIERTA CONSUMASE EN EL MENOR TIEMPO POSIBLE”. Así mismo se indicará el nombre comercial del producto, su cantidad expresada en centímetros cúbicos y el número de la licencia correspondiente. Se debe estipular la fecha de vencimiento que es de 48 horas después de envasado. (Decreto 2437, 1983)

2.9.10 Expedición de la leche de consumo. La leche se debe almacenar en cámaras frigoríficas a temperaturas menores a 10° C hasta su expedición, es decir, hasta su entrega para la comercialización. El transporte se lleva a cabo en camiones y la leche no debe exponerse ni antes ni después a la sin influencias externas; en especial debe protegerse del polvo, de la suciedad, de los olores y de los efectos del clima, no esta permitido transportar otros productos junto con los productos lácteos, lo menos que se exige es que la superficie de carga este tapada con lonas, deben tener una superficie de carga hermética, aislada y refrigerada. (FAO, 1991)

2.10 CALIDAD HIGIÉNICA EN LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN

La calidad higiénica de los productos lácteos depende considerablemente de la limpieza y desinfección de las máquinas, aparatos, instalaciones y salas de trabajo. Cuando la leche entra en contacto con las superficies de un recipiente o de un aparato, deposita en estos elementos, una película de composición variable según las condiciones en que se encuentre (temperatura y acidez). (Jaramillo, 1996, Ascenzi, 1996)

Sin embargo, existen siempre materias grasas, sustancias nitrogenadas y sales minerales que forman un revestimiento orgánico el cual se convierte en soporte para una intensa proliferación de mohos, levaduras y bacterias. La limpieza elimina esta película de materia orgánica, pero debe ser complementada con un proceso de desinfección encaminada a eliminar los microorganismos que pudieran quedar. (Setiabuhdi, 1997)

Limpieza se puede definir como el proceso por el cual se separa la suciedad adherida a una superficie (remoción de los residuos visibles) con la ayuda de un jabón o detergente a una superficie (remoción de los residuos visibles) con la ayuda de un jabón o detergente (agente de limpieza) y debe aplicarse a equipos, utensilios, pisos y paredes. La limpieza es el resultado de eliminar completamente la suciedad visible, mientras que la desinfección se realiza después de limpiar con el fin de destruir los microorganismos. (Amstrong, 1999)

Por desinfección se entiende la destrucción total de microorganismos patógenos y la reducción de todos los microorganismos no patógenos hasta un nivel tal, que no puedan alterar negativamente la calidad de los productos.

Algunos factores determinan la forma en que se debe realizar la limpieza son los siguientes.

2.10.1 Tipo y naturaleza de la suciedad. La suciedad que se presenta en las centrales lecheras puede estar formada por partículas de impurezas, como por ejemplo de arena y de polvo que llegan a la central de muy diversas formas, pero lo mas corriente es que este formada por componentes originarios de la leche como, por ejemplo, por grasa, proteínas o sales minerales. La lactosa, al ser soluble en agua no presenta problemas de adhesión a las superficies de los equipos. (NACMCF, 1997)

La suciedad, lleva consigo la presencia de microorganismos tecnológicamente perjudiciales; tales como, bacterias coliformes, proteolíticas y psicrotrofas, así como de levaduras, mohos y bacterias acidolácticas. (Gogov, 1990)

El grado de adhesión de las partículas de suciedad a las superficies ensuciadas es muy variada. Pueden ser desde depósitos sueltos hasta incrustaciones fuertemente pegadas por los efectos del calor. (Wilde, 1991)

2.10.2 Forma, material y características de las superficies a limpiar. Las distintas formas que presentar los objetos a limpiar exigen la aplicación de distintos procedimientos de limpieza. Los lugares de acceso difícil, como pueden ser las esquinas, los ángulos, las ranuras, las enroscaduras, las conexiones tubulares y los aparatos cerrados, requieren de un cuidado mayor ya que son muy difíciles de limpiar por procedimientos mecánicos. (FDA, 1996).

Las superficies a limpiar suelen ser de metal; en menor medida, de vidrio, plástico, goma y madera. Los metales son insensibles a los grandes cambios de temperatura y a las elevadas temperaturas pero son atacados en mayor o menor medida por los productos químicos (corrosión). (Ascenzi, 1996)

Las asperezas e irregularidades superficiales que se originan, por ejemplo, por transformaciones de tipo químico, físico o corrosión química, influyen sobre la intensidad de adhesión de la suciedad. De esta manera se observa, que los componentes de la leche, los

microorganismos y las partículas de suciedad de muy diversa índole se adhieren con mayor fuerza a las superficies irregulares y de grandes poros que a las lisas. (Spreer, 1991)

2.10.3 Tipo, composición y acción de los medios de limpieza y desinfección. Los productos de limpieza y desinfección deben reunir los siguientes requisitos generales: según el tipo, han de garantizar el efecto detergente o desinfectante exigido; no deben ser corrosivos para los materiales sobre los que se aplican; tienen que ser fisiológicamente inocuos; deben ser aprobados y autorizados. (Jaramillo, 1996)

La función de los detergentes es, principalmente, eliminar la suciedad y la grasa que quedan adheridas a las superficies. Los detergentes no iónicos, que se utilizan ampliamente en la industria son estables dentro de un amplio rango de pH pero no poseen propiedades bioestáticas o biocidas. Los detergentes aniónicos, sin embargo, son menos eficaces como agentes de limpieza que los no iónicos, pero tienen cierta capacidad bioestática, especialmente contra microorganismos Gram positivos. Los que mejor representan a los detergentes catiónicos son los compuestos de amonio cuaternario y estos tienen claramente propiedades biocidas. (Rutala, 1994, Armstrong, 1999)

Los desinfectantes y agentes higienizantes se clasifican de acuerdo con su composición. Los principales grupos son: halógenos (cloro, yodo, flúor y bromo), metales pesados (plata, cobre y mercurio), alcoholes (etanol e isopropanol), fenoles y bifenoles, compuestos de amonio cuaternario, salicilanilidas y carbanilidas. Cada grupo difiere en su forma de actuar sobre los microorganismos. Además, la eficacia de cada uno de los grupos depende de parámetros físicos; entre estos parámetros está la composición del solvente, el pH y la presencia de electrolitos. (Taylor, 1999, Varnan, 1995)

La acción biocida de los alcoholes se debe a que desnaturalizan las proteínas, interfieren en el metabolismo celular y tienen acción lítica, los fenoles producen lesiones en la pared celular de bacterias y hongos. Las salicilanilidas y carbanilidas son bactericidas y tienen en común una

estructura fenil carbamida. El cloro actúa combinándose con las proteínas de la membrana celular, de esta forma se originan compuestos que interfieren en metabolismo celular. El yodo hace que las proteínas celulares precipiten. Los compuestos de amonio cuaternario son eficaces contra muchos tipos de microorganismos, es incompatible con el jabón, cationes presentes en aguas duras y sustancias orgánicas. (FAO, 1990)

Los detergentes son aquellas sustancias simples o compuestas que tienen la particularidad de retirar la suciedad adherida a una superficie, limpiándola mediante una serie de procesos que incluye la disolución y dispersión de la suciedad. Las características de un buen detergente: poder trabajar bajas concentraciones; tener gran afinidad por grasas y suciedades; ser fuertemente hidrófilos para mantener en suspensión la suciedad; tener buena solubilidad en el agua; tener buen poder humectante dispersante y emulsionante; debe ser atóxico; no debe influir en el olor y el gusto del alimento; debe ser biodegradable; debe tener una relación favorable costo eficiencia. (Ezpeleta, 1995, ICMSF, 1991)

Los detergentes mas utilizados en la industria láctea son los alcalinos y ácidos.

2.10.3.1 Detergentes alcalinos. Actúan sobre la suciedad orgánica (grasas, aceites, proteínas y carbohidratos) por ataque químico solubilizándola y disgregándola. Entre los más importantes se encuentra el hidróxido de sodio (soda cáustica), es bactericida, económico y usado para retirar suciedades fuertes, ataca todos los materiales con excepción del acero inoxidable, y se emplea principalmente para la limpieza mecánica (por circulación) de equipos de este material; se caracteriza por que produce quemaduras en la piel; carbonato de calcio (soda) se usa para disolver incrustaciones orgánica y mugre en general, se emplea para la limpieza mecánica (por circulación). (Jaramillo, 1996, FAO, 1991)

2.10.3.2 Detergentes ácidos. Actúan por ataque sobre depósitos minerales, se usan para eliminar la suciedad inorgánica (películas minerales de calcio, magnesio y hierro) pueden ser

ácidos orgánicos e inorgánicos: Los orgánicos son suaves para la limpieza manual, tienen poder bactericida; entre estos se encuentran el acético, glucónico, cítrico y tartárico. Los ácidos inorgánicos son usados para grandes incrustaciones, en limpieza de áreas de transferencia de calor, en tratamiento de piedra de leche: Dentro de estos se encuentran el ácido clorhídrico (muriático), el sulfúrico y el nítrico: El ácido fosfórico es menos fuerte que los anteriores y menos corrosivo por lo cual es ampliamente utilizado. El ácido nítrico se emplea para la limpieza química o mecánica de equipos de acero inoxidable. (Jaramillo, 1996, FAO, 1990)

2.10.4 Procedimientos de limpieza y de desinfección. En general se deben realizar en todos los procedimientos y programas, independientemente que se trabaje manualmente, en circuito cerrado o por medio de máquinas las siguientes etapas: pre-enjuague, limpieza alcalina, primer enjuague intermedio, limpieza ácida, segundo enjuague intermedio, desinfección y enjuague final. En la mayoría de los casos la suciedad que debe eliminarse está formada de los diversos componentes de la leche, es decir, grasa, proteína, lactosa y sales. Para eliminar la grasa debe usarse un álcali que con los ácidos grasos forman jabón. (ICMSF, 1991)

Para eliminar las caseínas pueden emplearse detergentes alcalinos o ácidos siendo los primeros más efectivos. La lactosa es soluble en agua y no presenta mayores problemas. Solamente cuando la leche está quemada en la superficie debido al exceso de calor, la lactosa se junta con los demás componentes formándose una costra dura que solamente puede eliminarse manualmente. Las sales son solubles en agua y normalmente también en soluciones tanto alcalinas como ácidas. (Varnan, 1995)

La limpieza por lo general, debe iniciarse con un enjuague de agua fría, el que elimina gran parte de la suciedad. Si se inicia inmediatamente con agua caliente, se precipita la albúmina, la globulina y alguna de las sales, formándose “piedra de leche” (incrustaciones) que es difícil de eliminar con una limpieza corriente. (Amstrong, 1999)

2.10.5 Calidad del agua empleada como disolvente. El agua es un excelente disolvente que la convierte en una sustancia básica de todas las soluciones detergente de tipo químico y desde luego es importante para las etapas de enjuague. El agua debe ser potable y libre de microorganismos patógenos. (ICMSF, 1991)

El agua debe estar libre de iones calcio y magnesio que le confiere dureza y estas sustancias se ligan a los álcalis y provocan la formación de incrustaciones sobre las superficies tratadas. El contenido de cloro puede provocar la precipitación de determinadas sales ácidas muy pocos solubles. También la presencia de iones de hierro en grandes concentraciones reducen la eficacia detergente de muchos producto. El agua con un elevado contenido de carbonatos y sulfatos tampoco se puede emplear con estos fines debido a que favorece la formación de incrustaciones sobre los objetos a limpiar. (Veisseyre, 1991)

2.10.6 CIP. (Clean in place): Limpieza en el lugar, significa la operación de lavado sin desarmar o in situ, es aplicable a circuitos cerrados (intercambiadores, llenadoras) y abiertos (tanques). El sistema CIP se puede aplicar a partir de unidades descentralizadas o de una unidad central que permite la recirculación de la solución limpiadora, esta solución puede ser recuperada para ser empleada en otras operaciones, por lo cual resulta ser un método económico. El circuito debe ser simple, en acero inoxidable y de volumen reducido, los detergentes y desinfectantes deben ser compatibles con el equipo. (ICMSF, 1991, Spreer, 1991)

Para que la limpieza en circuito cerrado sea automática se han de cumplir los siguientes requisitos; empleo de un sistema de regulación independiente del sistema de regulación del proceso productivo; utilización de válvulas que impidan una mezcla de la solución detergente con el producto; la instalación de producción debe estar construida de tal manera, que la solución detergente llegue plenamente a todas las superficies que contactan con el producto; todas la piezas de la instalación que contactan con el producto deben estar construidas con materiales resistentes a la corrosión. (FDA, 1993)

Los beneficios prácticos del CIP incluyen: ahorro de costos; optimización en el uso del agua, detergentes, esterilizantes y vapor; mayor seguridad, el personal no necesita entrar en los estanques; mejoramiento de la higiene. (Smith, 1992)

2.11 SISTEMA DE ANALISIS DE RIESGOS Y PUNTOS CRITICOS DE CONTROL

Un sistema moderno de calidad es el HACCP, desarrollado a finales de los años 60's en la Pillsbury Co., compañía fabricante de alimentos para las misiones espaciales. El sistema de evaluación por análisis de los peligros en puntos críticos de control responde a una metodología sistemática de identificación, evaluación y control de peligro y enfoca de manera racional el control de los peligros microbiológicos de los alimentos, evitando las múltiples debilidades inherentes al enfoque de la inspección y los inconvenientes que presenta la confianza en el análisis microbiológico y los numerosos defectos del proceso. (Bryan, 1992)

Este sistema tiene por objeto identificar los peligros vinculado a cualquier fase de la producción, el tratamiento o la preparación de alimentos, evaluar los riesgos consiguientes y determinar las operaciones en las que resultarán eficaces ciertos métodos de control. Estos métodos pueden aplicarse así directamente a las operaciones cuya importancia es crucial para garantizar la seguridad del producto alimenticio. (Kvenberg, 2000)

El sistema es aplicable a todos los eslabones de la cadena alimentaria, desde la producción, procesado, transporte, y comercialización hasta la utilización final en los establecimientos dedicados a la alimentación. Su filosofía concentra todos los esfuerzos en prevenir la alteración de los productos alimenticios que puedan producir enfermedad al consumidor y pérdidas económicas para el empresario. Así mismo se ha diseñado para cumplir con los programas de aseguramiento total de calidad, sin recurrir a la inspección o a los resultados de análisis de laboratorio. (Gardner, 1997)

El sistema HACCP se aplica mediante principios o etapas.

2.11.1 El análisis de los peligros o riesgos. Consiste en una valoración de todos los procedimientos relacionados con la producción, distribución y empleo de materias primas y de productos alimentarios para: identificar materias primas y alimentos potencialmente peligrosos que puedan contener sustancias venenosas, microorganismos patógenos o microorganismos capaces de alterar los alimentos, y/o que puedan permitir la multiplicación microbiana; identificar las fuentes potenciales y los puntos específicos de contaminación mediante el análisis de cada etapa en la cadena alimentaria; determinar el potencial de los microorganismos para sobrevivir o multiplicarse durante la producción, procesado, distribución, almacenamiento y preparación para el consumo; valorarla probabilidad de presentación y la gravedad de los peligros o riesgos identificados . (Baird Parker, 1987, ICMSF, 1991, FDA, 1996)

Se entiende como peligro la contaminación producida por microorganismos que influyen en la alteración de un alimento y que pueden ocasionar enfermedades de origen alimentario; y el factor de riesgo como todo aquello que eleva la probabilidad de que un peligro se presente.

2.11.2 Determinación de puntos críticos de control. Consiste en determinar los puntos críticos requeridos para control o eliminar los peligros identificados.

Un punto crítico de control se define como un aspecto del proceso (lugar, práctica, procedimiento o etapa) donde la pérdida de control, implica la alta probabilidad de presentación de un peligro que compromete la salud del consumidor. (Jefferies, 1994)

En algunos procesos a los que son sometidos los alimentos una sola operación en un PCC puede eliminar completamente uno o más riesgos microbiológicos. Dicho PCC es denominado PCC1. Estos permiten asegurar el control de un riesgo, frecuentemente por la vigilancia o monitorización continuada de parámetros tales como la temperatura y tiempo. También es

posible identificar PCCs que minimizan un riesgo aunque no lo controlan totalmente estos son denominados PCC2. Ambos tipos de PCCs son importantes y deben ser controlados. Algunos PCCs no pueden ser vigilados o comprobados de forma continua y el control se logra mediante determinaciones periódicas en la cadena de elaboración o fuera de ella. (ICMSF, 1991, Gardner, 1997)

2.11.3 Límites críticos. Es la determinación de criterios o límites críticos que deben mantenerse en cada PCC y que indican si la operación está bajo control. Los límites críticos son los rangos o tolerancias dentro de los cuales deben mantenerse las variables de control para asegurar que un punto crítico de control efectivamente controla un peligro. (Swanson, 2000)

Las variables que se escogen para fijar los límites críticos deben mostrar si el proceso productivo se encuentra bajo control. Para conseguir tal propósito, se recurre a variables físicas, químicas y organolépticas, las cuales se fijan, bien sea como condiciones de operación, o como características de las materias primas, de los productos en proceso o terminados. (Romero, 1996)

2.11.4 Monitorización. La monitorización de puntos críticos es una secuencia de observaciones, mediciones y registros sobre los límites críticos, planeada para decidir en línea si el proceso se encuentra bajo control. Al mismo tiempo, la monitorización servirá para detectar cualquier variación, de tal manera que se aplique la acción correctiva antes de que el producto pueda ser rechazado. (Kvenberg, 2000)

La monitorización se lleva a cabo por medio de la observación sistemática, análisis fisicoquímicos y microbiológicos, medición, registro y análisis de la información. (Moreno, 1991)

2.11.5 Acción correctiva. El sistema HACCP se diseñó para identificar peligros y para establecer estrategias para prevenir, eliminar, o reducir su ocurrencia. Sin embargo, las circunstancias ideales no siempre prevalecen, y las desviaciones de procesos estables puede ocurrir. Un propósito importante de las acciones correctivas es el de prevenir la producción de alimentos que puedan ser peligrosos para los consumidores. Donde hay una desviación de los límites críticos, las acciones correctivas son necesarias. (Lopez, 1997, Swanson, 2000)

Las acciones correctivas son respuestas rápidas, previstas en el plan HACCP, que tienen lugar cuando la monitorización detecta el incumplimiento de un límite crítico. (NACMCF, 1997).

2.11.6 Verificación o conformación. Consiste en establecer métodos, procedimientos y análisis o información suplementaria que permita asegurar que la metodología HACCP funciona correctamente. Este principio funciona como auditoría, dentro del sistema de gestión de calidad. (Bryan, 1996)

La verificación determina la validación del plan HACCP y que el sistema es operado de acuerdo al plan. Otro aspecto de la verificación es la validación inicial del plan HACCP para determinar si este es científica y tecnológicamente estable, que todos los peligros han sido identificados, y que si el plan HACCP es implementado adecuadamente esos peligros serán efectivamente controlados. (Kvenberg, 2000)

2.11.7 Sistema de documentación. Para aplicar el sistema de HACCP es fundamental contar con un sistema de registro eficiente y preciso: esto deberá incluir documentación sobre los procedimientos de HACCP en todas las fases, recopilándose en un manual. (Romero, 1996)

Como ejemplo se puede mencionar los registros relativos a: los ingredientes, la inocuidad del producto, la elaboración, el envasado, el almacenamiento, distribución. El expediente de desviaciones, las modificaciones introducidas al sistema HACCP. (Codex, 1995)

2.12 PUNTOS CRITICOS DE CONTROL EN LA INDUSTRIA DE LECHE PASTERIZADA.

1.2 Las etapas del proceso de producción de la leche pasteurizada y los puntos críticos a controlar para garantizar la seguridad del producto se presentan a continuación.

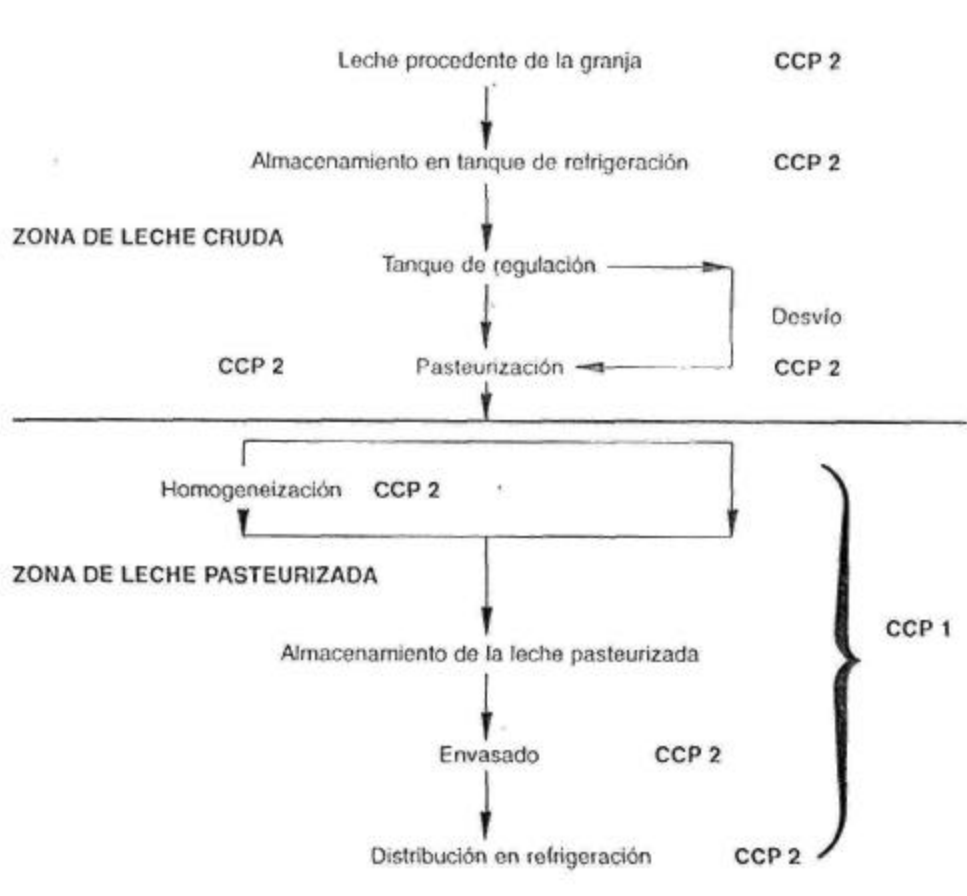


Figura 4. Producción de la leche pasteurizada

2.12.1 Pasterización. El objetivo es la destrucción térmica de las formas vegetativas de los microorganismos patógenos. El diseño del pasterizador debe tener en cuenta las características del flujo en le tubo de mantenimiento y asegurar que el tiempo mínimo de permanencia es le suficiente para garantizar la seguridad del producto higienizado. Sin embargo, la severidad del tratamiento térmico depende no sólo de la longitud del tubo de mantenimiento (asegura que la leche se mantiene durante el tiempo necesario a la temperatura de pasterización) sino también de las características de tiempo – temperatura de l proceso completo. (Gruetmacher, 1999, Mossel, 1991)

2.12.1.1 Protección de la leche pasterizada frente a la recontaminación. Tiene gran importancia en la producción de leche pasterizada con garantías de seguridad y con una vida en almacenamiento satisfactorio. Las piezas individuales del equipo como los intercambiadores de calor de placa, están diseñadas y construidas de forma que las posibilidades que el producto pasterizada se contamine por la leche crudas o por otras fuentes, sean mínimas, pero es necesario tener en cuenta el potencial contaminante de la planta completa y sus operaciones. (Spreer, 1991, Souza, 1997)

La leche circula por la planta hasta su envase final a través de conducciones cerradas y tanques y no deben realizarse operaciones “manuales”. Si a pesar de todas las precauciones, se produjera la contaminación de la leche pasterizada, las consecuencias pueden ser muy graves para la salud pública y para la conservabilidad del producto. (Jefferies, 1994)

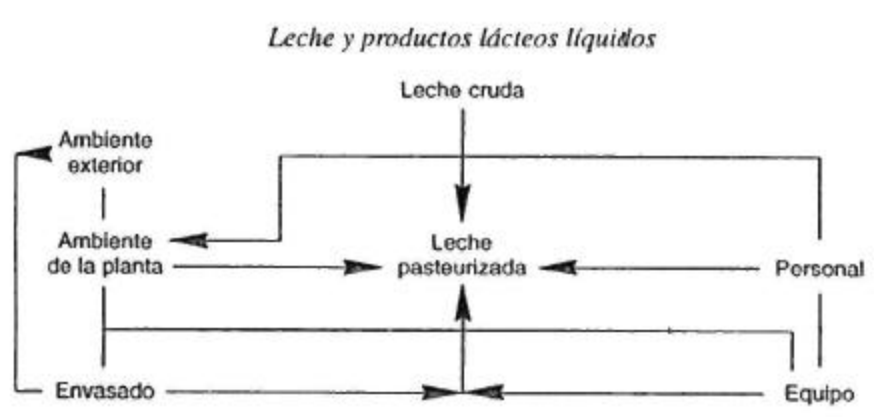


Figura 5. Posibles rutas de contaminación de leche pasteurizada.

2.12.2 Enfriamiento. Los intercambiadores de calor de lámina o de tubo son utilizados normalmente para enfriar la leche pasteurizada hasta temperatura ambiente: Los intercambiadores de calor usados para el enfriamiento serán de diseño adecuado para realizar una operación aséptica, carecerán de orificios para prevenir cualquier recontaminación. (ICMSF, 1991)

2.12.3 Envasado. La leche pasteurizada es introducida en recipientes flexibles previamente esterilizados. Los recipientes son formados total o parcialmente en el equipo de llenado, esterilizados mediante luz UV antes de la formación del envase, llenado y cierre mediante calor.

2.12.4 Controles sobre el producto final. Los análisis sobre el producto terminado son imprescindibles en todos los tipos de leche pasteurizada. Hay que tener en cuenta que el control del producto final es fundamentalmente un medio para comprobar que se han observado los sistemas de fabricación correctos y no debe considerarse como una imposición legal.

2.13 LEGISLACION

El marco legal que ampara el sector alimentario está conformado por leyes, decretos, resoluciones y normas que se encargan de reglamentar aspectos relacionados con el proceso, distribución y venta de alimentos. Por otro lado, establece la vigilancia y control que deben ejercer las entidades gubernamentales para proteger al consumidor de adquirir alimentos

contaminados, adulterados o falsificados y garantizar que la industria elabore productos sanos y de calidad.

El sistema HACCP ha sido aprobado por el Codex Alimentarius y su uso es recomendado por la organización mundial de la salud. Esta siendo aplicado internacionalmente como una base para la implementación de la serie de ISO 9000 y como una herramienta para la armonización de normas sanitarias que eliminen barreras no arancelarias, para libre comercio de alimentos.

En Colombia, el Ministerio de Salud mediante el decreto número 3075 del 23 de diciembre de 1997, en el artículo 25 capítulo V, recomienda aplicar el sistema de aseguramiento de calidad sanitaria o inocuidad mediante el análisis de peligros y control de puntos críticos o de otro sistema que garantice resultados similares.

El decreto colombiano que ampara la calidad de la leche es el 2437 de 1983, en el cual se incorpora una parte procedimental para efectos de garantizar, por una parte la aplicación de las medidas preventivas y de seguridad sanitaria, y por otra parte, el derecho de defensa de los administrados en la aplicación del decreto, con procedimientos claros, recursos expeditos y formalidades precisas para la aplicación de las sanciones por incumplimiento de las normas sanitarias sobre leches.

3. JUSTIFICACION

La mayoría de enfermedades alimentarias pueden prevenirse por la aplicación de los principios básicos de higiene de alimentos, a través de la cadena alimentaria de los productores primarios al consumidor, la responsabilidad de producción, manufactura y preparación de alimentos seguros esta en las personas comprometidas en esas actividades, una de las medidas de protección y control, es el sistema de análisis de peligros y puntos críticos de control (HACCP), el cual tiene por objeto identificar los peligros vinculados en cualquiera de las fases del proceso de producción y preparación de alimentos.

Buscando mejorar la calidad de la leche pasteurizada de la empresa productora y debido a la reapertura de labores, se busca implementar el sistema HACCP a lo largo del proceso, con el objeto de garantizar la inocuidad e integridad de la leche, evitando así su contaminación, deterioro o adulteración. La leche puede ser contaminada por diversos elementos en diferentes puntos a lo largo de la línea de producción, la carga microbiana puede estar ligada a la contaminación de equipos, materias primas, instalaciones y personal.

La leche y sus derivados son productos muy exigentes en cuanto a calidad se refiere y la industria láctea debe cada día perfeccionar las exigencias microbiológicas, sin descuidar las necesidades nutricionales, siendo necesario asegurar la calidad microbiológica en todo el proceso de elaboración.

Es por ello que en este trabajo se propone aplicar correctivos para el aseguramiento de calidad, que servirá para la optimización del producto, logrando así la satisfacción del consumidor y el mejoramiento económico de la empresa, y a su vez proporcionando una seguridad para la futura producción de derivados lácteos como se tiene propuesto a un corto tiempo.

Siendo el objetivo principal la identificación de peligros asociados al producto, determinando aspectos críticos del proceso, este trabajo centra en ellos los esfuerzos de prevención y control, a fin de lograr un producto sano y seguro capaz de competir en el mercado.

4. OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL:

Identificación y evaluación de los puntos críticos de contaminación, asociados al transporte, recepción, tratamiento y expedición de la leche pasteurizada en la industria Indulema S.A.

OBJETIVOS ESPECIFICOS:

- Elaborar manuales para los laboratorios físico – químico y microbiológico y planes correctivos para la planta de producción.
- Evaluar la eficacia de los procedimientos actuales de limpieza y desinfección, formulando alternativas para su rotación.
- Capacitar al personal que interviene en la manipulación de la leche cruda y leche pasteurizada.
- Establecer métodos para vigilar cada punto crítico a fin de comprobar que se encuentran bajo control, implementando las buenas prácticas de manufactura (BPM) en la pasteurizadora Indulema S.A.

5. METODOLOGIA

5.1 Fase industrial

Se realizó en la pasteurizadora Indulema S.A durante los meses de Septiembre del 2000 a Enero del 2001. Esta se encuentra ubicada en la zona industrial de Bogotá D.C. y su función es pasteurizar leche cruda proveniente de veredas del departamento de Cundinamarca.

5.2 Historia de la planta

La empresa se constituyó en 1974, bajo el nombre de Industria lechera La Crema, planeándose para el proceso de 15.000 litros diarios de leche, los cuales eran envasados en botellas. Posteriormente en 1976 se comenzó a envasar en polietileno. En 1982, con la llegada del primer carrotanque, aumentó la producción a 50.000 litros diarios, aunque su mayor producción se evidenció en 1988 con el envase de 90.000 litros diarios. En 1996, debido a fallas en el proceso, se liquidó la Industria lechera la Crema. En Octubre de 1999 se instauró la Industria Indulema S.A, reiniciando labores. Actualmente se envasan 20.000 litros diarios de leche.

5.3 ESTUDIO DE LA PLANTA

Se procedió a un reconocimiento de la empresa, por medio de una observación directa de las instalaciones, realizando 3 recorridos diarios a la planta durante el proceso al inicio de la jornada, al mediodía y al terminar labores, durante 1 mes.

Figura 6. Plano de la planta

5.3.1 Diagnostico higiénico – sanitario. Durante este tiempo se hizo el reconocimiento higiénico - sanitario de la planta, haciendo uso de un formato que se desarrolló en cada una de las etapas en donde se llevaba a cabo la manipulación, procesamiento de la leche y servicios adicionales, teniendo en cuenta las deficiencias determinadas por la inspección visual, basándose en el decreto 3075 de 1997 del Ministerio de Salud. Anexo A. Formato Diagnostico Higiénico Sanitario

5.4 MANUALES DE PROGRAMAS DE APOYO

Se elaboró el Manual de Buenas Prácticas de Manufactura y plan saneamiento, con aplicación a las características y necesidades de la sección de leche pasteurizada, como pre - requisito para la identificación de los puntos críticos de control.

Consecutivamente se realizaron los manuales de procedimientos analíticos físico – químicos y microbiológicos. Anexo B, C, D.

5.5 FASE DE LABORATORIO

Se llevaron a cabo pruebas físico – químicas y microbiológicas durante 5 meses. Las pruebas físico – químicas se realizaron a la leche en recepción y como producto final.

Las pruebas microbiológicas se efectuaron a la leche, superficies, agua, manipuladores, ambiente, durante el proceso hasta la obtención del producto final.

La evaluación de los desinfectantes en uso y alternos (diferentes distribuidores) se realizó teniendo en cuenta la concentración y tiempo de contacto adecuados para su utilización.

5.5.1 Pruebas Físico – Químicas. Para el análisis físico- químico se recogen de 2 a 3 litros de leche cruda, en recipientes limpios de material plástico, este procedimiento se hace diariamente, en la etapa de recepción. Para el análisis del producto final se recogen 3 bolsas de leche con el fin de realizar las pruebas de acidez, peroxidasa y temperatura.



Figura 7. Pruebas físico-químicas

5.5.1.1 Prueba de reducción de azul de metileno. Se homogeniza la muestra, se toma asépticamente 9 ml de leche en un tubo estéril de 16x160, a continuación, se añade 1ml de una solución de azul de metileno, se lleva a un baño de agua a 37°C y cada media hora se controla la reacción.

5.5.1.2 Prueba de alcohol. Se realiza con el equipo dosificador tipo Neurex y alcohol etílico al 77 % como reactivo, se introduce la punta del tubo en la leche, Dejar caer 2 ml de alcohol, mezclar la leche con el alcohol. Observar el aspecto de la muestra. Con la leche normal la mezcla se desliza a lo largo de las paredes del dosificador, por el contrario con leche ácida se forman grumos espesos de caseína – albúmina precipitada.



Figura 8. Prueba de alcohol

5.5.1.3 Determinación de acidez. Se toman 9 ml de leche y se adiciona 4 gotas del indicador fenolftaleína, la acidez de la leche es valorada mediante el agregado de hidróxido de sodio hasta el viraje de la fenolftaleína

5.5.1.4 Determinación de densidad 15 / 15°C. Llenar la probeta con leche hasta completar su volumen, introducir el termolactodensímetro y efectuar la lectura. La densidad de la leche se expresa mediante la relación de las masas de un volumen de la leche a 15°C respecto al agua a 15° C.

5.5.1.5 Determinación del índice refractométrico. Se toma una muestra de leche y se deja caer suavemente sobre la superficie del prisma, colocar refractómetro hacia la luz y realizar la lectura.

5.5.1.6 Prueba de peroxidasa. En un tubo de ensayo se colocan 3 ml de leche, se agregan 10 gotas de la solución de guayacol, agitar y observar el color. Se adicionan 5 gotas de la solución de agua oxigenada, se observa el color.

5.5.2 Pruebas microbiológicas. Se realizó un examen microbiológico de la leche, superficies, agua, manipuladores, ambiente, para poner en evidencia posibles puntos de contaminación presentes en el tratamiento.

Se tomaron muestras de cada punto del proceso durante el periodo experimental, dos veces a la semana los días lunes y viernes.



Figura 9. Resultados microbiológicos

La siguiente tabla indica las muestras realizadas y los análisis microbiológicos realizados a cada una de ellas.

Tabla 2. Tipo de análisis para la identificación de microorganismos.

PROCESO	TIPO DE ANÁLISIS	MEDIO DE CULTIVO
PASTERIZACIÓN	MESOFILOS	PCA
	HONGOS Y LEVADURAS	OGY
	COLIFORMES TOTALES	CALDO BRILLA
	COLIFORMES FECALES	CALDO BRILLA
TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE LECHE PASTERIZADA	MESOFILOS	PCA
	HONGOS Y LEVADURAS	OGY
	COLIFORMES TOTALES	CALDO BRILLA
	COLIFORMES FECALES	CALDO BRILLA
ENVASE	MESOFILOS	PCA
	HONGOS Y LEVADURAS	OGY
	COLIFORMES TOTALES	CALDO BRILLA
	COLIFORMES FECALES	CALDO BRILLA
PRODUCTO TERMINADO	MESOFILOS	PCA
	HONGOS Y LEVADURAS	OGY

	COLIFORMES TOTALES	CALDO BRILLA
	COLIFORMES FECALES	CALDO BRILLA

5.5.2.1 Toma de muestras de leche

5.5.2.1.1 Durante el Proceso. Se limpió con solución desinfectante la boca de salida de las válvulas toma muestras (pasterizador, tanques de almacenamiento de leche pasterizada, envase, producto almacenado), flameando con mechero por 1 a 2 minutos, se dejó evacuar un poco de leche y luego se tomó la muestra en un frasco estéril.

Estas muestras se llevaron al laboratorio y posteriormente se procesaron en un cuarto estéril, con tubos germicidas. Una vez en el cuarto estéril se midió 10 ml de la muestra representativa de la muestra total y se añadieron en 90 ml de diluyente (agua peptonada al 0,1%); así se obtuvo la dilución 10^{-1} , se transfirió 1 ml de esta solución a un tubo con 9 ml de diluyente; esta fue la dilución 10^{-2} , y se sembró en los medios de cultivo respectivos. Se realizó la técnica de NMP, para las muestras de leche para identificar coliformes totales y fecales.



Figura 10. Técnica de Número Más Probable

5.5.2.1.2 Producto terminado. Se recogen 3 bolsas del producto final para el análisis microbiológico. Para tomar la muestra que se encuentra en el cuarto frío, se desinfectó la superficie del plástico con alcohol, cortando el extremo superior con tijeras estériles, luego se tomó la muestra con una pipeta y se sembró en los medios de cultivo respectivos. Se realizó la prueba del Número Más Probable.

5.5.2.2 Toma de muestras de superficies.

5.5.2.2.1 Envases y equipos. Se tomó la muestra del plástico utilizado para el envase de la leche pasteurizada, y la superficie de cantinas y carrotaques, filtro, clarificador, tanques de almacenamiento y el equipo de empaque.

Procedimiento: se utilizó el método de la torunda. Los escobillones estériles se sumergieron en la solución de agua peptonada, luego se tomó la muestra de la superficie utilizando una plantilla con un diámetro de 4 cm de ancho por 5 cm de largo, este procedimiento se repitió 4 veces mas en diferentes áreas, enjuagando la torunda en la solución (caldo peptona) después de cada contacto, para la posterior siembra en los medios de cultivo respectivos (OGY, PCA y VRB), determinando así la carga microbiana contaminante y para la posterior evaluación de desinfectantes.

Las muestras se tomaron una vez a la semana el día jueves.

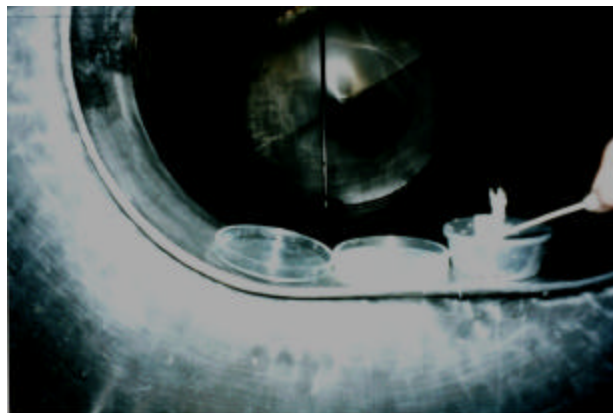


Figura 11. Toma de muestras de superficies

5.5.2.3 Toma de muestras de aguas. Se tomaron muestras del cuarto de pasterización, cuarto de envase, tanque frío y área de lavado de cestillos.

Procedimiento: este muestreo se realizó dos veces en la semana, los días martes y jueves, tomando las muestras en frascos estériles para luego sembrar en los respectivos medios de cultivo (OGY, PCA y VRB).



Figura 12. Toma de muestras

5.5.2.4 Toma de muestra de manipuladores. Se tomo muestra de manos y garganta de cada operario de la planta.

Procedimiento: durante el proceso de pasterización se tomaron muestras de manos por el método de la torunda, sembrando posteriormente en los medios de cultivo respectivos (OGY, PCA y VRB), dos veces a la semana, los días martes y jueves. Para una posterior evaluación

de desinfectantes, se tomó la muestra de manos con el escobillón y se insertó en un tubo con la solución (caldo peptona).

Se empleó la técnica de frotis de garganta para identificar microorganismos patógenos que pueden contaminar la leche, sembrando en agar sangre.

5.5.2.5 Análisis microbiológico de aire. En las envasadoras, cuarto de polietileno y cuarto frío se tomaron muestras durante el proceso de pasterización

Procedimiento: se utilizó el método de sedimentación el cual consiste en colocar una caja de petri (OGY y PCA) abierta sobre una superficie plana, en el sitio donde se va a muestrear el aire durante 15 minutos, se realizó 2 veces a la semana, los días martes y jueves.

5.6 EVALUACIÓN DE DESINFECTANTES

Esta prueba se realiza con el fin de evaluar los desinfectantes y detergentes utilizados actualmente en la planta y alternativamente se evaluaron de diferentes distribuidores. La valoración de actividad de los desinfectantes usados se realizó teniendo en cuenta los microorganismos aislados, tiempo de exposición del microorganismo frente al desinfectante y la concentración del desinfectante de su máxima actividad.



Figura 13. Evaluación de desinfectantes

5.6.1 Procedimiento: se preparó una serie de 3 diluciones del desinfectante a ensayar con concentraciones de 100 ppm, 150 ppm, 200 ppm, en agua destilada. Se tomaron 20 ml de cada concentración en un tubo, se preparó una suspensión de cada microorganismo equivalente a la escala de Mac Farland 2 inoculando 0.2 ml de la suspensión de microorganismos a cada una de las diluciones.

Sobre una caja con Plate Count Agar dividido en cuatro partes, se sembró con asa y por estría a 5, 10, 15 minutos post-contaminación de las diluciones, haciendo 4 trazos sobre la superficie del agar, en cada cuadrante por dilución, un cuadrante se usó como control de crecimiento.

Se incubó luego la caja sembrada con las bacterias a 37 °C por 24 – 48 horas. La lectura se hizo en forma comparativa teniendo en cuenta el número de estrías que mostraron crecimiento y la densidad de las mismas, en una escala numérica de 0 a 4. Eligiéndose entonces el producto que presentó inhibición del crecimiento en la menor concentración y el menor tiempo de contacto. Se usaron cepas de microorganismos aislados, involucrados con el proceso y los equipos de la pasteurizadora.

El mismo procedimiento se realizó para hongos y levaduras, utilizando agar OGY incubando de 5 a 8 días a 24° C.

5.7 ELABORACION DE FORMATOS

Se diseñaron formatos aplicables al proceso para ser utilizados por las personas encargadas, como una alternativa de control continuo al proceso. Anexo E.

5.8 VALORACION DE RIESGOS Y MEDIDAS PREVENTIVAS

Se determinaron riesgos microbiológicos basándose en el diagrama de flujo del proceso, para identificar los puntos críticos de contaminación y tomar las medidas preventivas.

1.3 6. RESULTADOS Y DISCUSION

6.1 ORIGEN DE LA LECHE

La leche proviene de diversas regiones del departamento de Cundinamarca. La empresa cuenta con seis rutas encargadas del abastecimiento diario de leche.

Tabla 3. Proveniencia de la leche

RUTAS	MUNICIPIOS
1	Zipaquira
2	Tabio, Tenjo, Guatavita
3	Tabio, Tenjo, Guatavita
4	Chipaque
5	Chipaque, Une, Santa Rosa de Osos, El Rosal
6	Tabio, Chia, Tenjo, Cajicá, Siberia

6.2 DIAGNOSTICO HIGIENICO SANITARIO

Se hizo reconocimiento teniendo en cuenta el personal, distribución de planta y mantenimiento, áreas de almacenamiento en frío, áreas de manipulación directa, control de la manipulación del alimento, áreas de lavado, utensilios, empaque, disposición de basuras, manejo de plagas, agua de abastecimiento y presencia de programas y planes complementarios.

1.3.1 Tabla 4. Instalaciones

	SI	NO	OBSERVACIONES
Area administrativa	X		
Area cafetería		X	No apto e higiénico para el consumo de alimentos
Area recepción	X		
Area de proceso	X		
Cuarto frío para producto terminado	X		No se controla la temperatura y humedad
Area lavado de utensilios		X	Los utensilios son lavados en el área de proceso
Area de despachos	X		
Sitio para guardar elementos de aseo	X		Cuarto mal ubicado y desorganizado
Area para almacenar sustancias tóxicas	X		Cuarto mal ubicado, desorganizado y desaseado
Casilleros		X	No hay un sitio específico para guardar objetos personales
Baños adecuados	X		Los baños son adecuados en cuanto a las instalaciones pero no en la ubicación
Baños separados por sexos		X	
Pisos adecuados		X	En mal estado, deslizantes, no tienen inclinación para facilitar el drenaje.
Paredes adecuados		X	En mal estado, con grietas, las uniones entre piso y pared no son redondeadas
Techos adecuados		X	No son lisos ni fáciles de limpiar, las uniones entre techo y pared no son redondeadas
Ventanas adecuadas		X	Marcos oxidados, el material no es el adecuado
Desagües adecuados	X		Están provistas de rejillas, la evacuación de los líquidos no es rápida acumulando basura
Sifones adecuados		X	Muy pequeños favoreciendo el empozamiento, algunos no están cubiertos
Ventilación adecuada		X	Ausencia de sistemas de ventilación
Facilidad de aseo y limpieza	X		
Mesones adecuados	X		
Protección contra plagas		X	No existe un plan contra plagas, debido a las instalaciones inadecuadas el acceso de plagas es

			fácil
--	--	--	-------

1.3.2

1.3.3

1.3.4 Tabla 5. Operarios

	SI	NO
Cabello limpio	X	
Cabello recogido	X	
Afeitada		X
Uñas cortas		X
Uñas limpias		X
Uñas sin pintar		X
Sin joyas		X
Manos limpias y desinfectadas		X
Laceraciones o llagas	X	
Uso de tapabocas		X
Uso de gorro		X
Uniforme completo		X
Uso adecuado		X
Limpio		X
Malos hábitos higiénicos	X	

1.3.5

1.3.6 Tabla 6. Medidas administrativas

	SI	NO	OBSERVACIONES
Programa salud ocupacional		X	No es una prioridad la salud de los empleados
Programa limpieza y desinfección		X	No existe un plan escrito de limpieza y desinfección
Programa control plagas		X	Hay presencia de mosquitos y roedores
Programa educación continuada		X	Los manipuladores no han recibido capacitación
Manual de funciones		X	No esta especificado la función de cada uno de los empleados
Manual BPM		X	

Licencia sanitaria	X		
--------------------	---	--	--

Tabla 7. Desinfección y limpieza de instalaciones, equipos y utensilios

	B	R	M	FRECUENCIA
Áreas aledañas (entorno)			X	No se lavan con frecuencia
Depósito basuras			X	No se lavan con frecuencia
Baños		X		Todos los baños no son lavados diariamente
Pisos		X		Todos los pisos no son lavados diariamente
Paredes			X	No se lavan con frecuencia
Ventanas			X	No se lavan con frecuencia
Desagües		X		Semanalmente
Mesones	X			Diariamente
Exterior de equipos		X		Algunos equipos son lavados y desinfectados por fuera otros no
Interior de equipos	X			Diariamente
Utensilios			X	No se lavan con frecuencia
Cafetería			X	No se lava con frecuencia
Tapos			X	No se desinfectan
Techos			X	No se lavan con frecuencia
Carros transporte	X			Diariamente
Escaleras			X	No se lavan con frecuencia
Puertas			X	No se lavan con frecuencia

B(Bueno), R(regular), M(malo)

1.3.7 Tabla 8. Almacenamiento

	SI	NO	OBSERVACIONES
Uso adecuado de cuartos fríos		X	No se controla la temperatura y la humedad
Rotación de producto terminado	X		
Manejo adecuado de producto en	X		

proceso			
Almacenamiento adecuado de sustancias tóxicas		X	El cuarto de almacenamiento de sustancias tóxicas esta cerca del área de proceso, no están rotuladas adecuadamente las sustancias tóxicas

1.3.8 Tabla 9. Control basuras

	SI	NO	OBSERVACIONES
Orgánicas	X		No hay uso adecuado de bolsas
Inorgánicas	X		No hay uso adecuado de bolsas
DISPOSICIÓN			
Incineración		X	
Relleno sanitario	X		
Reciclaje		X	
RECOLECCION			
Estatal	X		
Propia			
Están alejadas del área de proceso		X	Se encuentran cerca de recepción
Acumulación en áreas de proceso	X		En el área de empaque
Depósito aislado		X	
Recipientes adecuados		X	No son de plástico
Retirados diariamente		X	Cada tercer día

1.3.9 Tabla 10. Empaque

	SI	NO	OBSERVACIONES
Almacenamiento adecuado de polietileno		X	Existe un cuarto para almacenamiento de polietileno, pero no se encuentra en óptimas condiciones
Manejo adecuado de producto en proceso		X	Existe contaminación por manipuladores

Tabla 11. Servicios

	SI	NO	OBSERVACIONES
Casilleros individuales		X	
BAÑOS			
Jabón líquido	X		
Papel higiénico	X		
Secador de manos		X	Tampoco hay toallas desechables
CAFETERIA			
Separadas del área de proceso		X	

1.3.10 Tabla 12 . Abastecimiento de agua

	SI	NO	OBSERVACIONES
Potable	X		La única que no es potable es la del tanque frío
Suficiente		X	
Permanente		X	
Tanque de almacenamiento	X		
Lavado y desinfección periódica de tanques		X	No se lava frecuentemente

1.3.11 Tabla 13. Energía

	SI	NO	OBSERVACIONES
Estatat	X		
Propia		X	
Disponibilidad 24 horas	X		

Tabla 14. Control plagas

	SI	NO	OBSERVACIONES
Existe programa de control		X	
Presencia huella de roedores	X		
Presencia moscas o cucarachas	X		
Existe contrato con empresas de fumigación		X	

1.3.12 Tabla 15. Manejo excretas

	SI	NO	OBSERVACIONES
Conexión al alcantarillado	X		
Tratamiento de aguas residuales		X	
Caracterización de aguas residuales		X	
Trampas de grasa	X		No son las adecuadas, no hay control de limpieza y de funcionamiento

6.2.1 Diagnostico manipuladores. Los operarios presentan ropas no adecuadas, delantales en mal estado y sucios dentro del área de producción, esto debido a la falta de un uniforme especial, el cual debe ser de color claro.

Se observaron malos hábitos de limpieza en sus ropas generando contaminación del producto. Los manipuladores salen de la planta con la ropa de trabajo.



Figura 14. Manipulador

Solución: se dotó al personal de un uniforme enterizo de color azul claro, adicionalmente para el personal de empaque se implementó el uso de tapabocas y gorro.

Se recomendó al área administrativa implementar normas que prohíba la salida del personal de la empresa con el uniforme de trabajo y a su vez el uso adecuado del mismo dentro de la empresa.

6.2.2 Distribución del área de proceso y mantenimiento. La planta presenta instalaciones defectuosas debido al mal estado de paredes, techos y pisos en las diferentes secciones. En la siguiente tabla se muestran las deficiencias encontradas en cada una de las etapas del proceso.

1.3.12.1 Tabla 16. Deficiencias

LUGAR	DEFICIENCIAS
RECEPCIÓN	Baldosas deterioradas Piso de plataforma oxidado Empozamiento de agua en plataforma Basuras cerca al área Acumulación de desechos en las rejillas de desagüe Las cantinas no se lavan apropiadamente No hay un control de limpieza y desinfección de los vehículos transportadores de leche cruda
CUARTO DE PASTERIZACIÓN Clarificador Pasterizador Homogenizador	Paredes sucias Techo, paredes, piso en mal estado Vidrios sucios de las ventanas exteriores así como de las divisiones interiores Filtración de válvulas y conexiones formándose así pozos de leche en el suelo Tuberías sujetas con alambres no adecuados. Empozamiento de agua Empaquetaduras de papel

		<p>Escaleras sucias</p> <p>Sifones defectuosos</p> <p>Tanques de almacenamiento de crema no apropiados</p> <p>Acumulación de materiales varios como escobas, herramientas, baldes entre otros y delantales en ventanas y en el equipo</p> <p>Presencia de insectos</p>
CUARTO EMPAQUE	DE	<p>No hay división entre el cuarto de empaque y el cuarto de pasterización</p> <p>Desaseo en el cuarto</p>
CUARTO EMPAQUE	DE	<p>Iluminación inadecuada</p> <p>Presencia de sifones cerca a la empacadora</p> <p>Empozamiento de agua</p> <p>Maquinas sucias, leche seca en equipos</p> <p>Los filtros utilizados están desgastados y no hay un control adecuado de lavado</p> <p>Acumulación de materiales varios como escobas, herramientas, baldes entre otros y delantales en el equipo</p> <p>Paredes , pisos y techos sucios y en mal estado</p> <p>Las bolsas de leche devueltas se rompen cerca a la empacadora, generando basuras expuestas al ambiente</p> <p>Consumo de alimentos por los operarios</p> <p>Presencia de insectos</p>
CUARTO FRIO		<p>Iluminación inadecuada</p> <p>Falta de control de la temperatura y humedad</p> <p>Piso, paredes, techo en mal estado</p> <p>Pisos y paredes sucias</p> <p>Las cintas transportadoras se encuentran en mal estado y sucias</p> <p>Formación de goteras</p> <p>Presencia de un cuarto anterior al cuarto frío donde se depositan</p>

		objetos no adecuados, desorganización y desaseo
DISTRIBUCION		Los productos devueltos a la planta no son almacenados en áreas exclusivas Los vehículos no se encuentran en adecuadas condiciones sanitarias y de aseo El transporte no garantiza el mantenimiento de las condiciones requeridas por el producto (refrigeración)
CUARTO DE POLIETILENO	DE	Almacenamiento inadecuado debido a la acumulación de rollos Insuficiencia de luz ultravioleta Carencia de interruptores para la luz ultravioleta
CUARTO DE POLIETILENO	DE	Puerta inadecuada Inadecuado manejo de rollos de plástico de empaque para su posterior utilización Pisos y vidrios sucios Falta de limpieza del cuarto Ausencia de control de humedad

Solución: Para corregir las deficiencias encontradas es importante que la empresa se guíe por el Manual de Buenas Prácticas de Manufactura y por el Plan de saneamiento, mostrados en los anexos B y C.

6.2.3 Limpieza y desinfección. La empresa no dispone de instrucciones escritas, que describan con claridad los procedimientos de limpieza de las instalaciones, así como de equipos y tanques, estos con su respectivo control microbiológico, para ser realizado antes y después de cada producción. No hay inspecciones visuales rutinarias del equipo que ha sido limpiado.

No se tiene claramente definidos los productos utilizados, modo de preparación, concentración, empleo y rotación de los mismos.

Solución: se creó un manual de procedimientos donde se definen los productos utilizados para la limpieza y desinfección. Anexo C.

6.2.4 Ventilación. La planta carece de suministros de aire filtrado adecuados en el cuarto de envase, para prevenir la contaminación ambiental, y en el cuarto frío de extractores de aire para disminuir la humedad.

Solución: se informó al área administrativa los problemas ocasionados por la ausencia de estos suministros y se recomendó una implementación de estos.

4.2.5 Utensilios y materiales de aseo. Los utensilios empleados en el área de recepción son de material no corrosivo (acero inoxidable), estos se encuentran en mal estado higiénico, debido a que no son sometidos a un tratamiento higiénico al final de cada periodo de trabajo.

Los cepillos, las esponjas, estropajos y paños utilizados para limpieza no son lavados, desinfectados y almacenados adecuadamente, provocando contaminaciones en las superficies que contactan con el producto cuando son utilizados de nuevo para la limpieza.

Solución: para evitar los problemas de contaminación ocasionados por los utensilios y materiales de aseo, se recomendó a los operarios un lavado correcto de estos, posterior a su uso y después de cada proceso.

Se sugiere consultar el Manual de Buenas Practicas de Manufactura. Anexo B.

4.2.6 Disposición de basuras. Se encuentran cerca del área de recepción, no hay un depósito temporal de los residuos sólidos adecuadamente ubicado y protegido, están a la intemperie.



Figura 8. Disposición de basuras

Después de desocupados los recipientes de la basura no son lavados antes de ser colocados en el sitio respectivo.

No existe un manejo de bolsas adecuado, no hay clasificación de desechos por medio de bolsas de colores.

Solución: se estableció el uso de canecas plásticas y bolsas de colores, además se reglamentó el lavado de las canecas después de ser desocupadas.

Se recomendó la construcción de un depósito aislado del área de proceso para situar las basuras antes de su recolección.

Se sugiere consultar el Manual de Buenas Practicas de Manufactura. Anexo B

4.2.7 Abastecimiento de agua. No hay un control físico - químico y microbiológico del agua empleada para el proceso y limpieza.

El tanque de abastecimiento de agua fría no se encuentra cubierto, expuesto a contaminación ambiental.

Las mangueras usadas para limpieza no disponen de un dispositivo para colgarlas de la pared tras su empleo, siendo una fuente de contaminación mediante el contacto con el suelo.

No hay un control de temperatura del agua caliente que se utiliza para la limpieza

El recipiente donde se almacena agua caliente esta deteriorado generando mal aspecto a la empresa.

Solución: se recomienda realizar el análisis físico – químico, cloruros, fosfatos, cloro residual, y microbiológico del agua empleada en el proceso.

La empresa cubrió totalmente el tanque de abastecimiento de agua fría.



Figura 9. Tanque de agua fría

Indispensable consultar el Manual de Buenas Prácticas de Manufactura. Anexo B

4.2.8 Servicios adicionales. La cafetería se encuentra separada a la zona de proceso, aunque es un sitio no apto e higiénico para el descanso y consumo de alimentos.

Los baños se encuentran en buen estado y en adecuada limpieza, están dotados de jabón antibacterial líquido, carece de secador o toallas desechables.

No hay un botiquín adecuado para prestar el servicio de atención primario.

No se encuentra claramente señalizada cada área y sección en cuanto a acceso, circulación de personal, servicios, seguridad, salidas de emergencia.

No hay una ubicación apropiada de extintores en la planta.

Existen casilleros individuales y en buen estado.

Solución: se construyó la cafetería alejada de la zona de proceso, se informó al área administrativa las deficiencias en los servicios adicionales.

Consultar el Manual de Buenas Prácticas de Manufactura. Anexo B

4.2.9 Planes complementarios. No existe un programa escrito de capacitación en educación sanitaria, no se llevan registros de programas y actividades de capacitación para personal nuevo y antiguo.

La planta carece de avisos alusivos a prácticas higiénicas y medidas de seguridad.

No hay un plan de saneamiento, de Buenas Prácticas de Manufactura y de seguridad industrial.

El laboratorio de control de calidad no cuenta con manuales físico- químico y microbiológico.

Solución: Se realizó el plan de saneamiento, Manual de Buenas Prácticas de Manufactura y los Manuales de análisis físico – químico y microbiológico.

Se elaboraron avisos alusivos a prácticas higiénicas, además se recomendó realizar un manual de seguridad industrial.

4.2.10 Manejo de plagas. Hay ausencia de programas de fumigación para la planta, no se utilizan trampas para los roedores.

No existen registros escritos de aplicación de medidas o productos contra las plagas ni dispositivos en buen estado y bien ubicados para el control de plagas.

Solución: se contrató una empresa prestadora de servicios de fumigación.

4.3 FASE DE LABORATORIO

4.3.1 Análisis de resultados físico – químicos. El análisis de resultados se basó en el decreto del Ministerio de Salud Pública 3437 del 30 de agosto de 1983.

LECHE CRUDA	NORMA PLANTA
Temperatura = < 10° C	
Densidad a 15/15°= 1,030 – 1,033	
Acidez = 0,14 –0,19	0,15–0,16
Lactometría = 8,4	8,6-9,0
Peroxidasa = Positivo	
Alcohol = Negativo	
TRAM = mínimo 4 horas	

LECHE PASTERIZADA	NORMA PLANTA
Temperatura = < 4° C	
Densidad a 15/15°= 1,030 – 1,033	
Acidez = 0,14 –0,19	0,15–0,16
Lactometría = 8,4	9,0
Peroxidasa = Positivo	
Alcohol = Negativo	
TRAM = > 4 horas	

4.3.1.1 Prueba de alcohol. Los resultados obtenidos muestran que la leche pasteurizada se encuentra dentro de la norma establecida.

El 3% de la leche cruda es alcohol positivo, esto se debe a la limpieza y desinfección inadecuada de las cantinas y a la carencia de un sistema de refrigeración. La leche que tiene estas condiciones es rechazada.

4.3.1.2 Determinación de acidez. La acidez en la leche cruda de las rutas evaluadas tuvo un promedio total de 0.154, siendo la acidez óptima para el proceso de pasteurización.

Las rutas presentan promedios que se encuentran dentro de la norma establecida.

La acidez de la leche pasteurizada tiene un promedio de 0.152, demostrando que el proceso es óptimo, no es frecuente que la leche se deje almacenada por lo tanto no varía mucho la acidez.

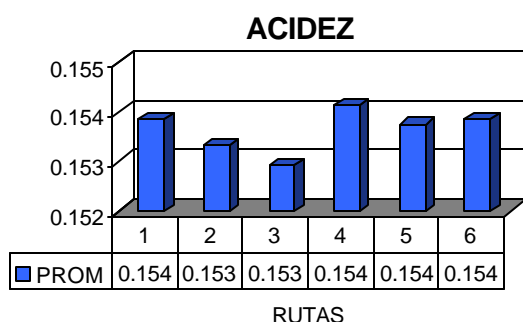


Figura
acidez

10. Promedios de

4.3.1.3 Determinación de densidad. El promedio de leche cruda y leche pasteurizada es de 1.0300 que esta dentro de la norma.

Los promedios de las rutas 1, 3 y 6 están fuera del rango establecido siendo 1.0297, 1.0298 y 1.0296 respectivamente, esto puede ser ocasionado por cambios ambientales, diferentes regiones donde se encuentra el ganado, forma de alimentación del mismo, también se puede disminuir la densidad por adición de agua.

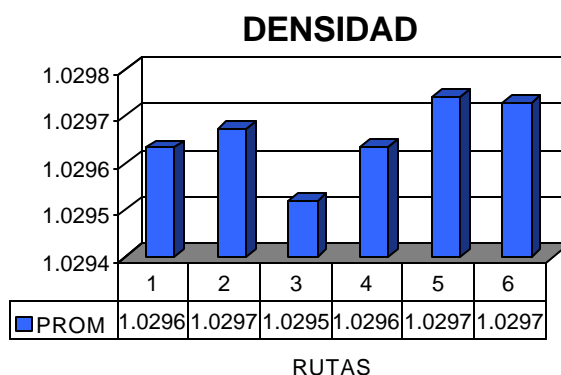


Figura 11. Promedios de densidad

4.3.1.4 Prueba de peroxidasa. El 100% de la leche cruda que llega a la planta es peroxidasa positiva, al igual que la leche pasteurizada, estando dentro de la norma.

4.3.1.5 Determinación del índice refractométrico. El promedio del índice refractométrico de la leche cruda es de 8.94, estando dentro de lo establecido.

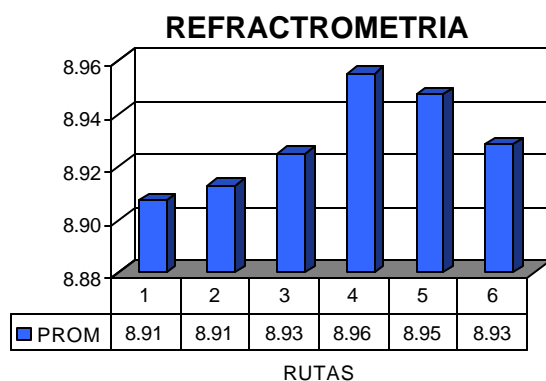


Figura 12. Promedios de refractometría

4.3.1.6 Temperatura. Las rutas 1 y 6 presentan un promedio de temperatura de 17° C y las rutas 2, 3, 4 y 5 presentan un promedio de 19° C. Estos resultados son altos con respecto al valor exigido por el Ministerio de Salud, viéndose influenciado por factores como el tiempo de transporte y la falta de sistemas de refrigeración en los vehículos transportadores.

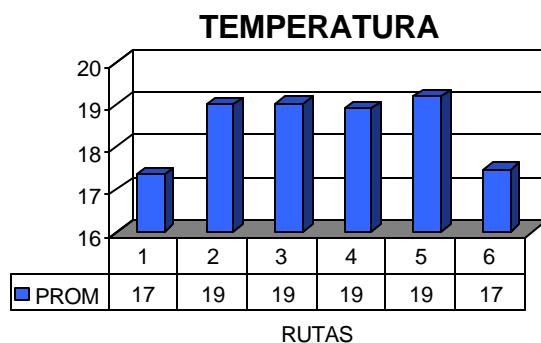


Figura 13. Promedios de temperatura

La temperatura de la leche recién envasada tiene un promedio de 6° C, estando fuera de la norma, demostrando así las fallas del equipo de pasteurización.

4.3.1.7 Tiempo de reducción del azul de metileno. Las rutas 1, 2, 3, 4, 5 y 6 tienen un promedio de 3:38 2:00, 1:59, 1:50, 1:42 y 3:46 respectivamente, estos datos no son óptimos según la norma establecida, se observó que la leche transportada en carrotanques tiene un tiempo de reducción mayor a las transportadas en cantinas, debido a una mejor limpieza y desinfección de los carrotanques y por las diferentes fuentes de donde proviene la leche.

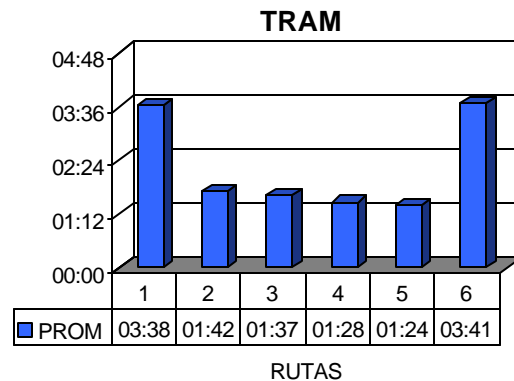


Figura 14. Promedios de Tiempo de Reducción de Azul de Metileno

4.3.2 Análisis de resultados microbiológicos. El análisis de resultados se basó en los artículos 121 y 122 del decreto del Ministerio de Salud.

Psicotrofos: no está establecido valor de referencia se estableció un recuento de 10 UFC/ml

Frotis de equipo: se informa número de colonias/20 cm³

Los valores son: mesófilos aerobios = 10

coliformes totales = 0.0

4.3.2.1 Toma de muestras de leche

4.3.2.1.1 Leche pasteurizada. Los recuentos obtenidos son altos para la leche recién pasteurizada, sin embargo se encuentran dentro de la norma establecida, posiblemente se debe a la variación de la temperatura por fallas mecánicas en el equipo impidiendo la destrucción de formas vegetativas, así como la falta de un control de desinfección del pasteurizador.

LECHE PASTERIZADA	
PRUEBA	RECuento ml
Mesófilos aerobios	22 x10 ³
Mohos y levaduras	84
Coliformes totales	<3
Coliformes fecales	<3

4.3.2.1.2 Leche pasteurizada en tanque. Se observa un aumento en los resultados al almacenarse la leche pasteurizada en el tanque, posiblemente esto se debe a un ineficiente control de limpieza y desinfección, temperatura y tiempo de almacenamiento.

TANQUE LECHE PASTERIZADA	
PRUEBA	RECuento ml
Mesófilos aerobios	26x10 ³
Mohos y levaduras	95
Coliformes totales	4
Coliformes fecales	<3

4.3.2.1.3 Leche envasada. La leche envasada presenta un aumento en los resultados, esto indica que la leche se ve alterada significativamente, por factores como la contaminación cruzada por manipuladores, equipo y el empaque que ha sido inadecuadamente manejado, también por la ausencia de un control adecuado de limpieza y desinfección.

LECHE ENVASADA	
PRUEBA	RECuento ml
Mesófilos aerobios	32x10 ³
Mohos y levaduras	139
Coliformes totales	11
Coliformes fecales	<3

4.3.2.1.4 Leche almacenada. Los recuentos obtenidos de la leche almacenada en el cuarto frío aumentan con respecto a la leche envasada, esto puede ser influenciado por falta de control de la temperatura del cuarto.

LECHE CUARTO FRIO	
PRUEBA	RECuento ml
Mesófilos aerobios	36x10 ³
Mohos y levaduras	196
Coliformes totales	11
Coliformes fecales	<3

En la siguiente figura se muestra el promedio de las muestras de leche en los puntos evaluados

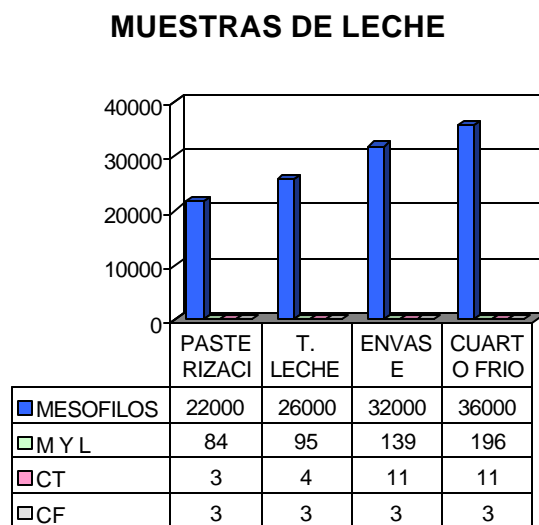


Figura 15. Promedios de muestras de leche (pasterización, tanque de leche pasterizada, envase, cuarto frío)

4.3.2.2 Manipuladores. A partir de los resultados obtenidos se puede concluir que el lavado de manos no es frecuente, y la forma de lavarse no es la adecuada, otro factor puede ser que el jabón utilizado no es un bactericida eficaz, o no se esta empleando en el tiempo y la concentración óptima.

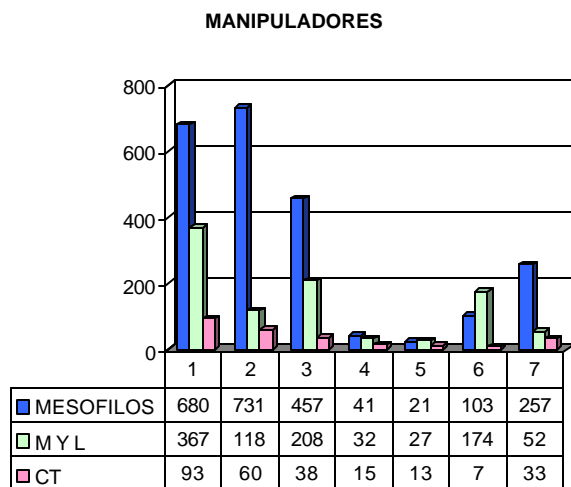


Figura 16. Promedios de manipuladores

Las gráficas indican que los manipuladores 1, 2 y 3, que se desempeñan en el área de envase implican riesgo de contaminación alta.

Con respecto al recuento de garganta no se observó el halo de hemólisis en el agar sangre, lo cual indica la ausencia de microorganismos patógenos en los manipuladores.

4.3.2.3 Ambientes.

4.3.2.3.1 Cuarto de polietileno. El cuarto de polietileno presenta promedios altos, para un depósito donde se guarda el material de empaque para la leche pasteurizada.

CUARTO DE POLIETILENO	
PRUEBA	RECuento UFC/15min
Mesófilos aerobios	14
Mohos y levaduras	32

La contaminación puede ser dada por la frecuente entrada y salida de personal no autorizado, la puerta del cuarto no es la adecuada, ya que no tiene un cierre hermético, y muchas veces se deja mal cerrada inactivando el sistema de luz ultravioleta.

Los tubos de luz ultravioleta no se cambian inmediatamente cuando se dañan.

El cuarto presenta humedad alta, posiblemente por que se encuentra muy cerca del tanque de agua fría favoreciendo la presencia de mohos y levaduras.

Es evidente que el cuarto no es sometido a una limpieza frecuente.

4.3.2.3.2 Cuarto frío. El cuarto frío presenta promedios que sobrepasan el rango óptimo, estos recuentos altos pueden darse por la falta de control de temperatura y humedad, reflejado en los resultados de mohos y levaduras. Otros factores pueden ser la falta de ventilación, ausencia de puertas, banda transportadora y cestillos sucios.

CUARTO FRIO	
PRUEBA	RECuento UFC/15min
Psicrofilos	60
Mohos y levaduras	72

4.3.2.3.3 Envasadoras. Las envasadoras uno y dos presentan promedios altos que pueden afectar el producto final, esto puede ser influenciado por que las portillas de las envasadoras permanecen abiertas, presencia de objetos inadecuados dentro de las envasadoras y la luz ultravioleta que es utilizada en la máquinas, posiblemente no tiene la capacidad de eliminar la contaminación ambiental y la proveniente del empaque.

EMPACADORA 1	
PRUEBA	RECuento UFC/15min
Mesófilos aerobios	15
Mohos y levaduras	33

EMPACADORA 2	
PRUEBA	RECuento UFC/15min
Mesófilos aerobios	19
Mohos y levaduras	38

En la siguiente figura se muestra el promedio de ambientes en los puntos evaluados

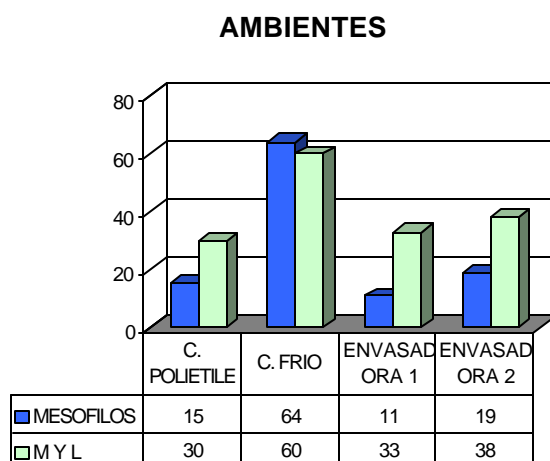
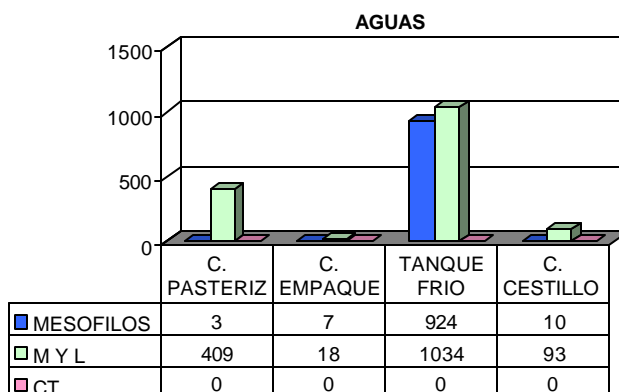


Figura 17. Promedio de ambientes (cuarto de polietileno, cuarto frío, envasadora 1, envasadora 2)

4.3.2.4 Aguas. Los resultados obtenidos de las muestras de aguas del cuarto de pasteurización, cuarto de envase, tanque frío y área de lavado de cestillos se muestran en el cuadro.

Figura 18. Promedio de aguas (cuarto de pasteurización, cuarto de empaque, tanque frío, cuarto



de lavado de cestillos)

El agua que se utiliza para el lavado de las instalaciones, equipos, cantinas, carrotanques, cestillos y demás utensilios es potable, pero los recuentos se encuentran fuera del rango permitido, probablemente por el material y deterioro de las tuberías y mangueras de la planta; el agua del tanque frío no es potable y esta estancada, evidenciando un alto recuento microbiano.

4.3.2.5 Superficies

4.3.2.5.1 Envasadoras. Las envasadoras uno y dos presentan promedios que están fuera del límite establecido.

EMPACADORA 1	
PRUEBA	RECuento UFC/20 cm ³
Mesófilos aerobios	300
Mohos y levaduras	235
Coliformes totales	24

EMPACADORA 2	
PRUEBA	RECuento UFC/20 cm ³
Mesófilos aerobios	120
Mohos y levaduras	150
Coliformes totales	22

Esta contaminación se presenta por la ausencia de limpieza en el equipo, cestillos sucios, empozamiento de leche y agua en el suelo que por salpicaduras puede contaminar el equipo y la contaminación de los manipuladores aumentando la carga microbiana del equipo al tener contacto. Es importante una inspección visual antes y después de cada proceso.

4.3.2.5.2 Tanques de almacenamiento. El tanque 1 en donde se almacena la leche pasteurizada, tiene un recuento alto, siendo un factor de contaminación cruzada para el producto almacenado. Los recuentos de los tanques 2, 3, y 4, donde se almacenan leche cruda, indican una elevada contaminación sobrepasando el rango establecido.

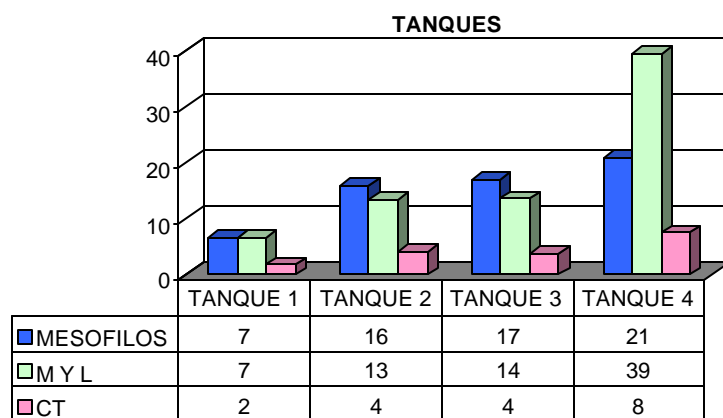


Figura 19. Promedios superficies de tanques

Los resultados arrojados pueden depender de la inadecuada limpieza y desinfección, siendo indispensable un control adecuado en las operaciones de limpieza, así como del agua utilizada, los tiempos y concentraciones de desinfectantes, complementado con una rotación de estos; otras variables de contaminación pueden ser el empozamiento de agua y leche cerca a los tanques, facilitando la contaminación ambiental. Es de gran importancia una inspección visual y microbiológica después del lavado.

4.3.2.5.3 Clarificador y filtro de recepción. Los promedios de los recuentos del clarificador y el filtro de recepción están por fuera de las especificaciones, es necesario aplicar un plan de limpieza y desinfección correctamente evaluado. Es importante una inspección visual.

CLARIFICADOR	
PRUEBA	RECUENTO UFC/20 cm ³
Mesófilos aerobios	953
Mohos y levaduras	902
Coliformes totales	632

FILTRO DE RECEPCION	
PRUEBA	RECuento UFC/20 cm ³
Mesófilos aerobios	492
Mohos y levaduras	580
Coliformes totales	230

4.3.2.5.4 Filtros de la envasadora. Por la inadecuada limpieza de los filtros de la envasadora, el promedio de los recuentos se salen de los parámetros, siendo indispensable un plan adecuado de desinfección y el cambio oportuno antes que se desgasten. Sin embargo estos recuentos pueden aumentar al tener contacto directo con los manipuladores.

FILTRO DE ENVASADORA	
PRUEBA	RECuento UFC/20 cm ³
Mesófilos aerobios	12
Mohos y levaduras	28
Coliformes totales	1

4.3.2.5.5 Plástico de empaque. Los datos obtenidos en el recuento del plástico de empaque tapado y destapado demuestran que el empaque tapado se encuentra microbiológicamente aceptable; mientras el empaque destapado sobrepasa el límite instaurado, debido al contacto directo con el manipulador, malas condiciones de limpieza y organización del cuarto de almacenamiento y contaminación ambiental por la entrada de personal no autorizado.

CUBIERTO	
PRUEBA	RECuento UFC/20 cm ³
Mesófilos aerobios	1
Mohos y levaduras	0
Coliformes totales	0

DESCUBIERTO	
PRUEBA	RECuento UFC/20 cm ³
Mesófilos aerobios	13
Mohos y levaduras	8
Coliformes totales	5

4.3.2.5.6 Cantinas y carrotanques. Se evaluó la limpieza de las cantinas y los carrotanques, los resultados indican que los procesos de lavado son más efectivos en carrotanques con respecto a las cantinas, además la presencia de objetos extraños y el transporte de leche vencida, como alimento para cerdos, en las cantinas aumenta la carga microbiana, es indispensable una inspección visual del grado de limpieza y estado de tales elementos, rotando los desinfectantes y usándolos en concentraciones y tiempos adecuados.

CANTINAS	
PRUEBA	RECuento UFC/15min
Mesófilos aerobios	744
Mohos y levaduras	720
Coliformes totales	480

CARROTANQUES	
PRUEBA	RECuento UFC/15min
Mesófilos aerobios	98
Mohos y levaduras	82
Coliformes totales	37

SUPERFICIES

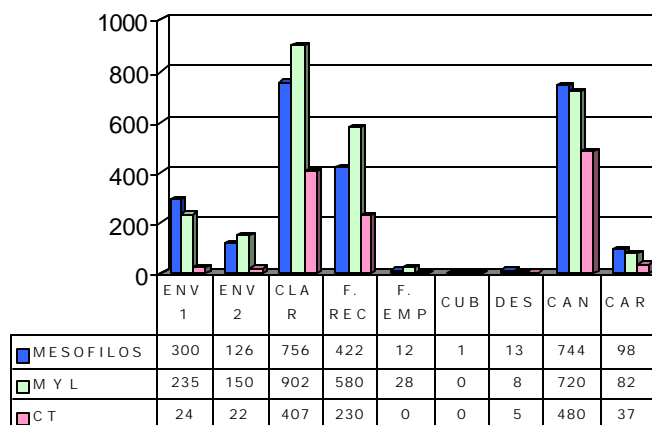
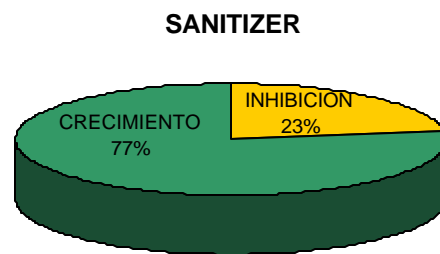


Figura 20. Promedios de superficies (envasadora 1, envasadora 2, clarificador, filtro recepción, filtro envasadora, empaque cubierto, empaque descubierto, cantinas, carrotanques)

6.4 EVALUACIÓN DE DESINFECTANTES

Se encontró que el desinfectante utilizado, Sanitizer, para los equipos no es efectivo contra los microorganismos aislados en la planta, a los 5, 10, 15 minutos y a las diferentes diluciones, se presento una inhibición bacteriana de un 22.7%, la inhibición de mohos y levaduras fue del 0%. Resultando este producto inapropiado para la



desinfección.

Figura 28. Porcentaje de efectividad de Sanitizer contra bacterias

Se evaluó la efectividad del desinfectante Sanit 10, para determinar su utilización en la planta. Los resultados obtenidos fueron de 88.6% de inhibición bacteriana y de 34.1% de inhibición de mohos y levaduras. Este producto presento mejor efectividad con respecto al usado en la planta.

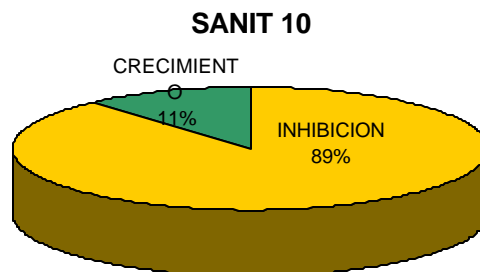


Figura 29. Porcentaje de efectividad de Sanit 10 contra bacterias

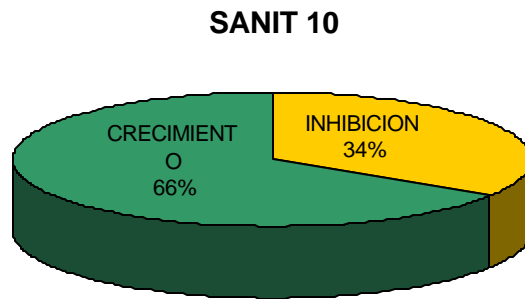


Figura 30. Porcentaje de efectividad de Sanit 10 contra mohos y levaduras

El peroxido de hidrógeno fue efectivo en un 100% contra bacterias en los equipos evaluados, a una concentración de 200 ppm por 10 minutos, excepto las cantinas y los carrotanques que requieren 15 minutos y una concentración de 100 ppm para una excelente inhibición bacteriana. La inhibición de mohos y levaduras fue de un 61.5%.

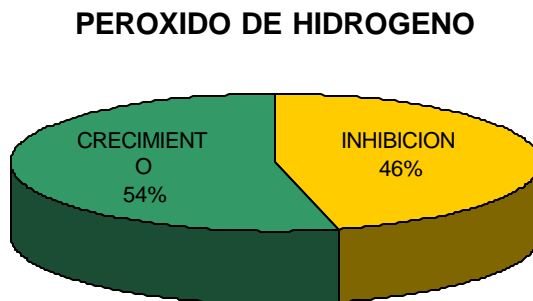


Figura 31. Porcentaje de efectividad de peróxido de hidrógeno contra mohos y levaduras

El hipoclorito de sodio tiene un porcentaje de efectividad contra bacterias del 73.1% y contra mohos y levaduras del 38.5%.

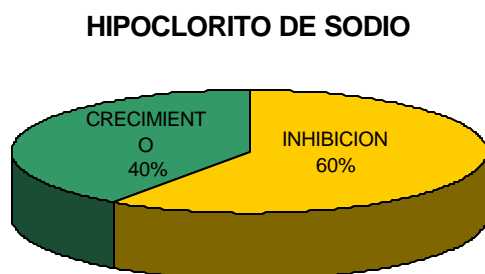


Figura 32. Porcentaje de efectividad de Hipoclorito de sodio contra bacterias

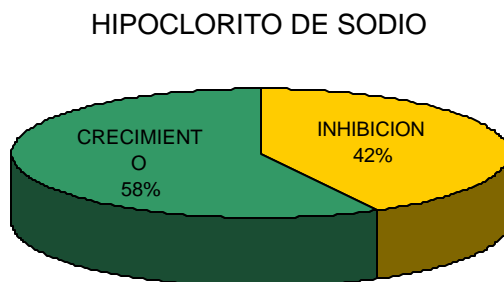


Figura 33. Porcentaje de efectividad de Hipoclorito de sodio contra mohos y levaduras

El Aquasol muestra una inhibición de 9.09% de bacterias y de mohos y levaduras de un 0%, al ser un detergente no es necesario que inhiba carga microbiana. Esta prueba se realizó para comparar el efecto inhibitorio de este producto con Metaquat, un detergente de otro proveedor con alcance bactericida.

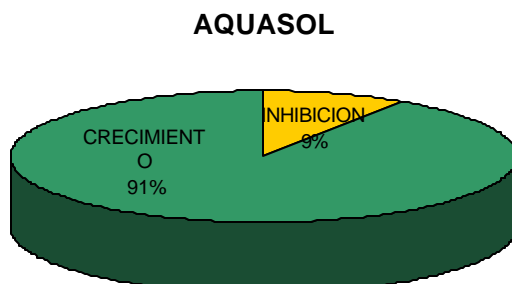


Figura 34. Porcentaje de efectividad de Aquasol contra bacterias

Metaquat presenta una inhibición bacteriana de 13.6% y de mohos y levaduras de 4.5%, este detergente presenta una pequeña cantidad de cloro favoreciendo levemente el efecto inhibitorio.

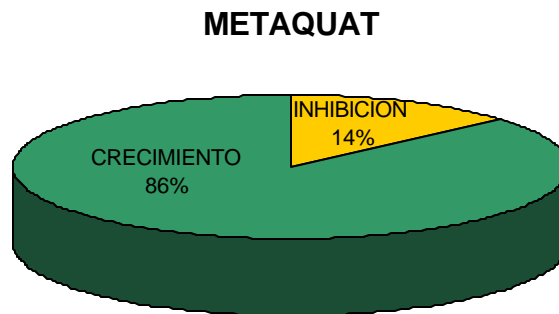


Figura 35. Porcentaje de efectividad de Metaquat contra bacterias

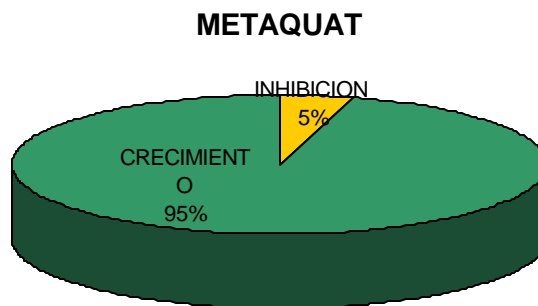


Figura 36. Porcentaje de efectividad de Metaquat contra mohos y levaduras

De los jabones antibacteriales, para las manos evaluados, el más efectivo fue el Triclosan con una inhibición bacteriana del 58% y de mohos y levaduras del 50%, la gel para manos tuvo

una inhibición del 41.7% contra bacterias y de mohos y levaduras del 25%. El jabón utilizado actualmente en la planta, Pretty Bac, tuvo un porcentaje inhibitorio del 25% para bacterias y del 0% para mohos y levaduras.

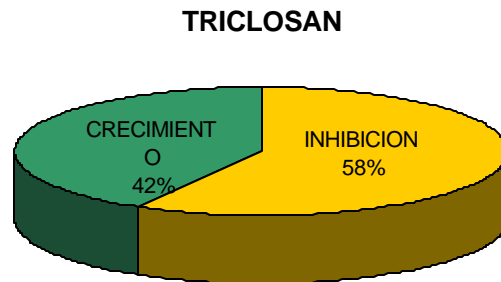


Figura 37. Porcentaje de efectividad de Triclosan contra bacterias

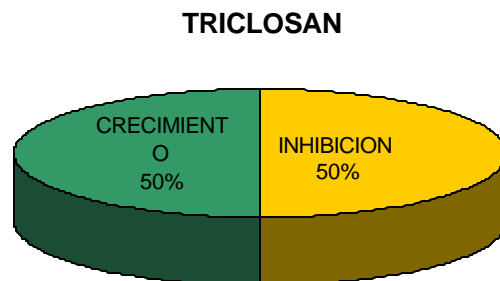


Figura 38. Porcentaje de efectividad de Triclosan contra mohos y levaduras

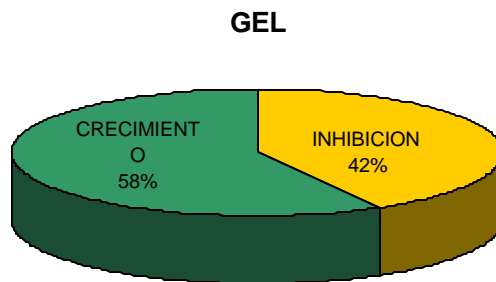


Figura 39. Porcentaje de efectividad del Gel contra bacterias

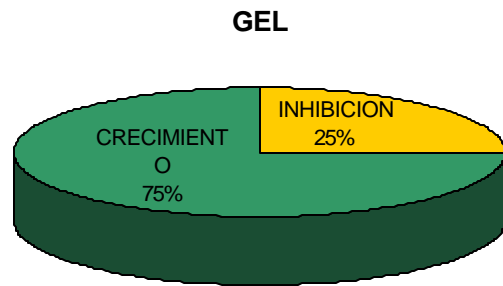


Figura 40. Porcentaje de efectividad del Gel contra mohos y levaduras

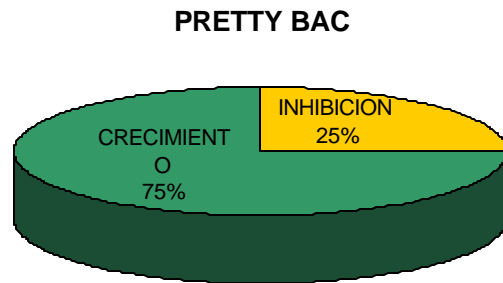


Figura 41. Porcentaje de efectividad de Pretty Bac contra bacterias

Estos porcentajes se obtuvieron con respecto al crecimiento microbiano de las estrías:

- 4 estrías = 0% de inhibición
- 3 estrías = 25% de inhibición
- 2 estrías = 50% de inhibición
- 1 estría = 75% de inhibición
- 0 estría = 100% de inhibición

6.5 VALORACION DE RIESGOS Y MEDIDAS PREVENTIVAS

2

- 3 Diagrama de flujo de las etapas del proceso de producción de leche pasteurizada y los puntos críticos a controlar, para garantizar la seguridad del producto.

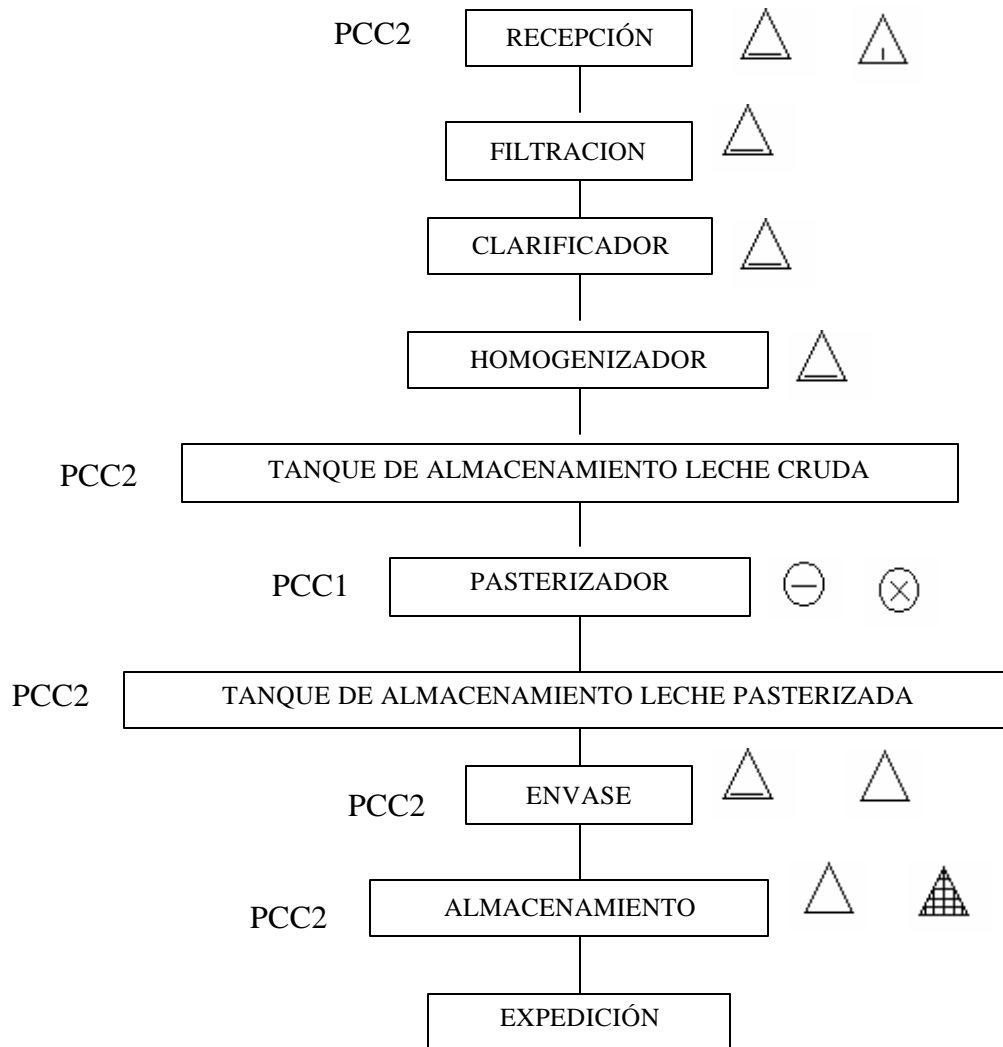














Figura 42. Diagrama de flujo de puntos críticos en el proceso de pasteurización

4 SIMBOLOGÍA HACCP

	Etapa del proceso
	Etapa no siempre efectuada
	Dirección del flujo
	Posible contaminación por equipos o utensilios
	Posible contaminación de materias primas
	Posible contaminación por roedores e insectos
	Posible contaminación por ambiente
	Multiplicación poco probable
	Probable contaminación
	Supervivencia posible
	Destrucción térmica
	Destrucción por agentes desinfectantes
PCC	Punto crítico de control

RECEPCIÓN

La leche es transportada hasta la pasteurizadora Indulema por cantinas o tanques y se ve sometida a transportes de larga duración y a diversas temperaturas capaces de provocar la multiplicación microbiana y la producción de enzimas y toxinas que no serán destruidas por el posterior proceso de pasteurización.



Figura 43. Transporte de leche

La leche cruda puede llegar contaminada con agentes patógenos y microorganismos causantes de alteración, además la leche puede estar contaminada con residuos de medicamentos tales como antibióticos.

CONTROL: los medios de transporte deben proteger la leche de la contaminación y deben mantener su temperatura a 7° C o menos desde el momento en que abandonan la granja hasta su entrega en la planta. El control se consigue aplicando medidas higiénicas en la recogida de la leche en las granjas y unas normas correctas de limpieza, desinfección y mantenimiento de cantinas y carrotanques usados para el transporte de la leche y también mediante el control de la temperatura durante el transporte.

TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE LECHE CRUDA

Durante el almacenamiento de leche en los silos en refrigeración, pueden crecer microorganismos psicrotrofos y producir enzimas proteolíticas y lipolíticas termorresistentes que pueden alterar la leche tratada.

Los tanques de almacenamiento de leche cruda son de un material isotérmico que permite mantener la temperatura, sin embargo esta no es controlada.

Aunque los tanques son de fácil limpieza, no se realiza el procedimiento adecuado.

CONTROL: el tiempo y la temperatura son factores importantes de control y deberá establecerse un tiempo y temperatura adecuadas para el almacenamiento. Como control higiénico se implemento un plan de limpieza y desinfección para el tanque, confirmando el lavado adecuado por medio de análisis microbiológicos.

Como control de la temperatura se realizo un formato de registro diario.



Figura 44. Tanques de leche cruda

PASTERIZACIÓN

En la industria Indulema la leche es tratada en el equipo marca Anderson AV 9000, el cual pasteriza 4000 litros de leche por hora a una temperatura de 77°C por 15 minutos, este equipo presenta fallas debido al cambio inesperado de temperatura. Por consiguiente, constituye un punto crítico importante y el fallo en el control de cualquier aspecto de esta operación puede perjudicar la inocuidad microbiológica de la leche. El proceso de pasterización no es capaz de

eliminar todas las toxinas o enzimas microbianas, los esporos bacterianos o muchos residuos o contaminantes químicos, tales como pesticidas, antibióticos y metales tóxicos.

CONTROL: se consigue mediante la revisión y el mantenimiento continuo del equipo de pasteurización.

Debido a que el proceso de pasteurización no elimina contaminantes químicos, es importante realizar un análisis de antibióticos y pesticidas al recibir la leche.

Con respecto a la presencia de toxinas, esporas y enzimas termorresistentes, es importante el control higiénico en el ordeño, transporte de la leche y almacenamiento de leche cruda.

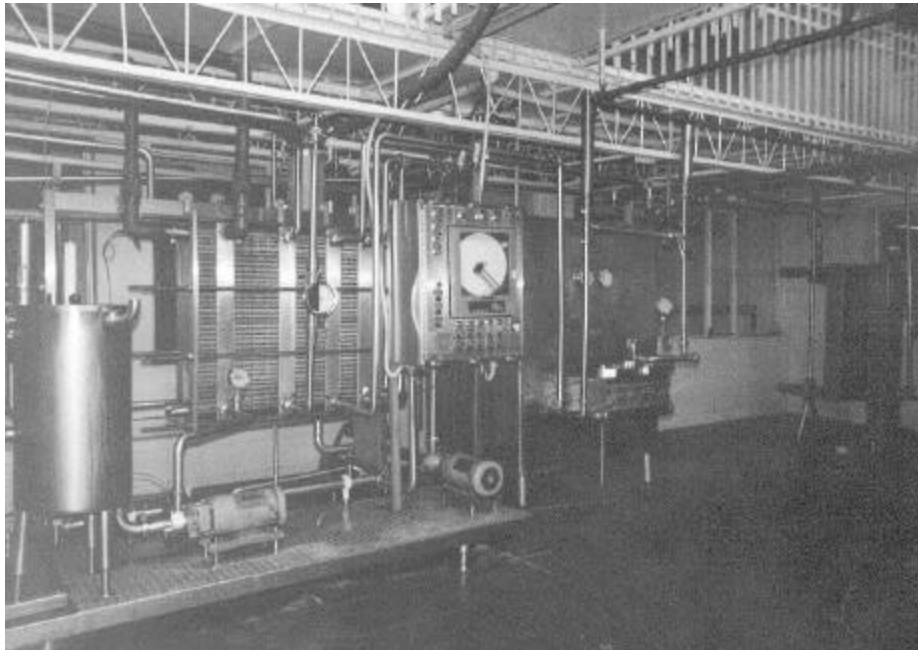


Figura 45. Pasterizador

TANQUE DE ALMACENAMIENTO LECHE PASTERIZADA

Durante el almacenamiento de leche pasteurizada en la planta se puede presentar contaminación, por una inadecuada limpieza y desinfección del tanque de almacenamiento, así como la falta de control de la temperatura. Aunque los tanques son de fácil limpieza, no se realiza el procedimiento adecuado.

CONTROL: los tanques de almacenamiento están diseñados de forma que mantienen la baja temperatura de la leche, pero es importante controlar y establecer límites de temperatura de la leche en el tanque.

Como control de la temperatura se realizó un formato de registro diario.

Como control higiénico se implementó un plan de limpieza y desinfección para el tanque, confirmando el lavado adecuado por medio de análisis microbiológicos.

El tiempo es también un factor importante de control y deberá establecerse un tiempo máximo de almacenamiento.

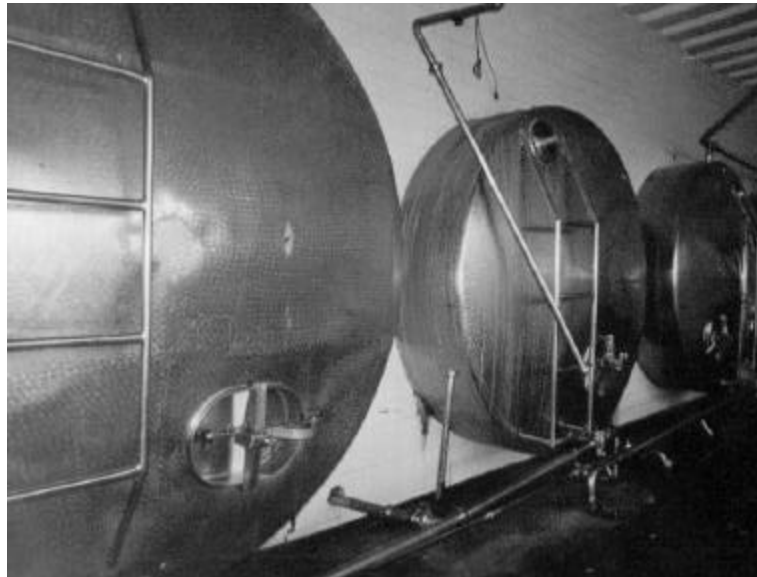


Figura 46. Tanque de almacenamiento de leche pasteurizada

ENVASE

La vida útil del producto final obtenido en la pasteurizadora Indulema, depende de las temperaturas de conservación así como el número y tipos de microorganismos presentes en el producto en el momento de llenado, incluidos los introducidos a partir del ambiente durante la citada operación y los presentes en el material de envase.

El equipo de envase es manipulado de tal forma que aumenta la presencia agentes contaminantes.

CONTROL: la temperatura de la leche durante el proceso de llenado debe controlarse a 7° C, y para esto se realizó un formato de control de temperatura.

Se recomendó la instalación de un termómetro y un suministro de aire filtrado en el cuarto de envase, con el fin de controlar la temperatura a 10° C o menos y para evitar la contaminación ambiental.

Se aplicaron planes de limpieza y desinfección adecuados para el equipo de envase.

Se concientizó a los manipuladores sobre el uso correcto del equipo y la importancia de evitar la contaminación del producto con microorganismos patógenos procedentes de sus manos, utensilios o de otras fuentes, higiene personal, incluyendo lavado de manos, ropas y calzado limpio.

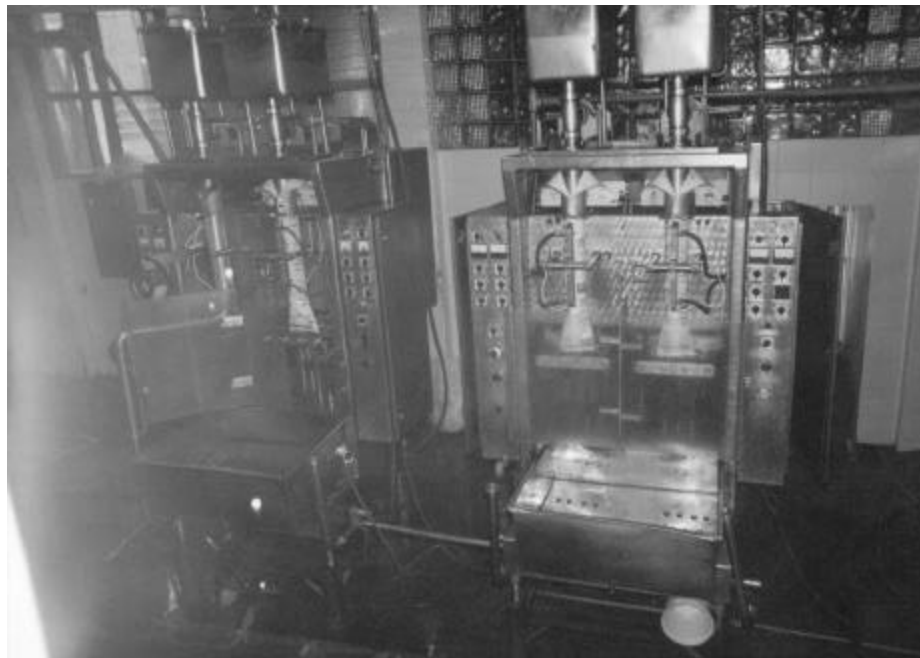


Figura 47. Envasadora

Con respecto a la protección del material de envasado, se recomendó controlar la humedad del cuarto de polietileno así como el cambio oportuno de los tubos de luz ultravioleta, mientras permanezca almacenado.



Figura 48. Cuarto de polietileno

ALMACENAMIENTO EN CUARTO FRIO

La leche es mantenida en un cuarto refrigerado, pero no hay control de la temperatura, y enviada en un vehículo de transporte de leche pasteurizada, estos no tienen sistema de



refrigeración.

Figura 49. Cuarto frío

CONTROL: la temperatura de los vehículos no debe ser superior a 7° C y serán mínimos los tiempos de almacenamiento y distribución. La leche debe ser enviada en un vehículo con temperatura controlada, a menos que el tiempo para su entrega sea inferior a dos horas.

Se realizaron formatos para controlar la temperatura del cuarto frío.

Teniendo en cuenta las etapas del proceso de pasteurización, se realizó una valoración de peligros y riesgos, planteando así medidas preventivas (Tabla 17).

Tabla 17. Valoración de riesgos y medidas preventivas

ETAPA	PELIGRO	FACTOR DE RIESGO	MEDIDAS PREVENTIVAS
Transporte	Contaminación por mesófilos aerobios, coliformes totales, mohos y levaduras	<ul style="list-style-type: none"> • Limpieza incorrecta de las cantinas • Aumento de temperatura • Mantenimiento por largo tiempo dentro del tanque y cantinas 	<ul style="list-style-type: none"> • Inspección visual del lavado de cantinas y • Confirmación del lavado de las cantinas por • Control de temperatura de la leche en el ve • Control preventivo del carro de transporte • Recolección de la leche en el menor tiempo • Análisis microbiológico de la leche que se • Indumentaria adecuada de las personas tra • Evitar el transporte de implementos no ade
Recepción	Contaminación por mesófilos aerobios, coliformes totales, mohos y levaduras	<ul style="list-style-type: none"> • Falta de higiene en el equipo de recibo • Contaminación en el área de recibo • Falta de higiene del personal y de los utensilios que tienen contacto con la leche 	<ul style="list-style-type: none"> • Higiene y desinfección del equipo de recepción • Inspección visual del lavado de equipo y u • Toma de muestras microbiológicas aleator • Los recipientes de toma de muestra deben • Observación y control higiénico del manip
Tanques leche cruda Tanques leche cruda	Aumento de contaminación bacteriana	<ul style="list-style-type: none"> • Temperaturas no adecuadas de almacenamiento • Lavado y desinfección inapropiada de tanques y silos de almacenamiento • Mezcla con leches reposadas 	<ul style="list-style-type: none"> • Inspección visual del lavado de tanques y s • Confirmación del lavado por medio de aná • Control microbiológico de la leche en el ta • Observación y control higiénico del manip • Evitar la mezcla de leche fresca con leche • Llevar registros de control de temperatura • Plan escrito de mantenimiento preventivo o
Pasterización	Multiplicación bacteriana	<ul style="list-style-type: none"> • Tiempo y temperatura de pasterización inadecuadas • Aumento de temperatura en el banco de hielo • Limpieza y desinfección inapropiada del equipo • Fugas en el equipo 	<ul style="list-style-type: none"> • Inspección visual del lavado de equipo, co • Llevar registros de control de tiempo y te • Control de temperatura y análisis microbio • Limpieza y desinfección adecuada del equi • Plan escrito de mantenimiento preventivo o • Capacitación al personal encargado • Confirmación del lavado por medio de aná
Empaque	Contaminación por manipuladores Contaminación ambiental Contaminación cruzada con empaques	<ul style="list-style-type: none"> • Almacenamiento inadecuado de empaque • Mal cierre y ruptura de empaque • Ausencia de dotación adecuada • Malos hábitos higiénicos de los manipuladores • Falta de higiene en la 	<ul style="list-style-type: none"> • Inspección visual del lavado de equipo, co • Limpieza y desinfección de la máquina em • Plan escrito de mantenimiento preventivo o • Control microbiológico del área de empaq • Dotación suficiente y adecuada a los mani • Capacitación en manipulación de alimento • Exigir al personal mantener debidamente c • una excelente presentación personal • Controlar la entrada de personal no autoriz

Empaque	contaminados	<p>máquina empacadora, pisos y paredes</p> <ul style="list-style-type: none"> • Contaminación por entrada y salida del personal. • Contaminación por cestillos 	
Cuarto frío	Contaminación bacteriana	<ul style="list-style-type: none"> • Falta de control de la temperatura y humedad del cuarto frío • Contaminación por mala higiene en el área • Contaminación por cestillos 	<ul style="list-style-type: none"> • Inspección visual del lavado del área, como • Capacitación al personal sobre el adecuado • Controlar y llevar registros de temperatura • Instalación de termómetro e higrómetro re • Ajuste de temperatura de los cuartos hasta • Descartar productos vencidos o deteriorado • Limpieza y desinfección del área de almac

RECOMENDACIONES

- Debe realizarse capacitación frecuente de manipuladores sobre el manejo de alimentos para mejorar los hábitos de higiene.
- Los manuales de higiene, saneamiento y Buenas Prácticas de Manufactura deben permanecer en un lugar de fácil acceso para la consulta continua de operarios.
- Implementar un control diario de registros de temperatura del pasteurizador, tanques de almacenamiento de leche cruda y pasteurizada y el cuarto frío.
- Dotar los baños con toallas desechables o secadores para cumplir con las normas de higiene.
- Como adición, a las pruebas físico químicas de leche cruda debe comprobarse la presencia de antibióticos.
- Comprobar la limpieza de los vehículos transportadores mediante inspección visual.
- Planteamiento del sistema HACCP como parte integral del desarrollo de un nuevo producto lácteo.
- Evaluar un desinfectante diferente que contrarreste la contaminación ocasionada por hongos y levaduras.
- Es aconsejable estudiar alternativas diferentes a las evaluadas, por ejemplo, Timsen, Tego 51 y Germisol, los cuales según otros estudios realizados son efectivos.
- Utilizar un sistema de aspersión para sanitizar ambientes y así reducir los niveles de la carga microbiana presente en el área de proceso.
- Rotación periódica de desinfectantes para evitar resistencia microbiana.
- Teniendo en cuenta los puntos críticos de contaminación encontrados, continuar la implementación del sistema HACCP.
- Someter a los manipuladores a exámenes médicos previos al contrato y posteriormente de forma periódica, tales como exámenes de sangre, pruebas cutáneas, examen coprológico.

- Realizar inspección a las fincas recolectoras, para observar las prácticas higiénicas del personal, así como la limpieza del animal y de los utensilios utilizados en el ordeño.
- Establecer un plan escrito de brigadas de limpieza, especificando fechas y funciones de cada operario.

CONCLUSIONES

1. Se plantearon las bases para una futura implementación del sistema HACCP, en la empresa Indulema S.A., a través de la identificación de los puntos críticos de contaminación en el proceso.
2. El mantenimiento de equipos es fundamental para asegurar que el proceso se lleve a cabo bajo condiciones óptimas, y no exista la necesidad de interrumpir o de hacer manipulaciones que arriesguen las condiciones asépticas de los equipos. Una desinfección después de una pausa no da las garantías suficientes para que el producto salga en condiciones favorables.
3. El entrenamiento en Buenas Prácticas de Manufactura es indispensable, para concientizar al personal en los principios básicos de higiene, y su influencia en la obtención de un producto de óptima calidad.
4. Al realizar la evaluación de desinfectantes, se evidenció que los productos empleados en la planta y las posibles alternativas no presentan una inhibición efectiva.
5. La higiene es el factor más importante que influye en la calidad del producto, por lo tanto es necesario que la planta incremente su atención en ella.
6. Durante el proceso se observa que la leche al ser envasada resulta más vulnerable al contaminarse por manipuladores, equipo y empaque, asimismo por la carga microbiana presente en el ambiente, razón por la cual requiere mayor atención y control.

ANEXO A

FORMATO
DIAGNOSTICO HIGIENICO SANITARIO

FECHA: _____

1. PERSONAL – OPERARIOS

- Uso de dotación SI_____ NO_____
- Uso de dotación limpia SI_____ NO_____
- Uso de gorro SI_____ NO_____
- Uñas cortas SI_____ NO_____
- Uñas pintadas SI_____ NO_____
- Cabello recogido SI_____ NO_____
- Caballeros afeitados SI_____ NO_____
- Uso de joyas SI_____ NO_____

2. CONTROL DE CALIDAD

- ¿Se realiza algún análisis microbiológico a materias primas sin procesar?

- ¿Se realiza algún análisis microbiológico a producto terminado?

- ¿Se realiza algún análisis físico - químico a productos terminados?

- Con qué frecuencia:
Microbiologico _____
Físico – químico _____

- ¿Que tipo de análisis de laboratorio se realiza al agua utilizada en procesos?

- ¿Cada cuanto se realiza limpieza y desinfección de tanques de almacenamiento del agua utilizada en los procesos?

3. DISPOSICION DE DESECHOS

- ¿En que sitio de la planta es recolectada la basura?

- ¿En que forma es recolectada? _____
- ¿Cada cuanto se realiza la recolección de basuras? _____
- ¿Quién realiza la recolección de basuras? _____
- ¿Los desechos líquidos son tratados antes de ser vertidos al sistema de acueducto?

- ¿Poseen trampas de grasa? _____

4. MEDIDAS ADMINISTRATIVAS

- Cantidad de empleados Hombres _____ Mujeres _____
- ¿Que exámenes de laboratorio se exigen para su ingreso?

- Vigencia _____
- ¿Con qué frecuencia se realizan dichos exámenes? _____

-
- ¿Que implementos se utilizan para la limpieza? _____

 - ¿Que cantidad de detergente y cual? _____

 - ¿Con qué frecuencia se realiza la desinfección en la planta?

 - ¿Que desinfectante se esta utilizando? _____

 - ¿Que concentración de desinfectante se esta utilizando?

 - ¿Que implementos se están utilizando para la desinfección?

 - ¿Poseen programas de limpieza y sanitización, programa de desechos sólidos y programa de control de plagas que esta siendo puesto en marcha?

 - ¿Se han presentado problemas de plagas, insectos y roedores en la planta?

 - ¿Con qué frecuencia se fumiga en la planta? _____

5. INSTALACIONES

- Condiciones de aseo en recepción de materias primas en planta BUENO _____
REGULAR _____ MALO _____
- Condiciones del cuarto de envase (adecuado o inadecuado)
Temperatura _____ Humedad _____ Ventilación _____
- Condiciones del cuarto frío(adecuado o inadecuado)

Temperatura _____ Humedad _____ Ventilación _____

- Condiciones sala de proceso (adecuado o inadecuado)

Temperatura _____ Humedad _____ Ventilación _____

- Material de pisos _____
 - Material de techos y paredes _____
 - Ubicación vertederos de aguas residuales _____
-

6. SERVICIOS

- Numero de baños en planta _____
 - ¿En que parte se encuentran ubicados? _____
-

- Condiciones higiénicas de baños

BUENO _____ REGULAR _____ MALO _____

- Se encuentran dotados de elementos adecuados:

Papel higiénico _____

Toallas desechables _____

Secador de manos _____

Jabón líquido _____

- ¿Cuántos vestieres hay y donde se encuentran ubicados? ____
-

7. PRODUCCION

- ¿De donde procede la leche utilizada en proceso? _____
-

- ¿Cómo se realiza la manipulación de la leche por parte de operarios?
-
-

- ¿Que tipo de máquinas se utiliza para la producción de leche pasteurizada, lo mismo que utensilios y material de elaboración?

8. TRANSPORTE

- Condiciones sanitarias del vehículo en la cual es transportada la leche cruda hacia la planta

BUENO _____ REGULAR _____ MALO _____

- ¿Cómo y con qué se realiza la limpieza en camiones? _____

- ¿En que estado se encuentran los utensilios utilizados en recepción?

9. EMPAQUE

- ¿Que material se utiliza en empaque de leche pasteurizada?

- Posee ficha técnica _____

- Condiciones de aseo del empaque

BUENO _____ REGULAR _____ MALO _____

OBSERVACIONES

5. ¿Sabe usted si las personas que ordeñas lavan las ubres antes del ordeño y con qué?

6. ¿Sabe usted si las personas al ordeñar toman las medidas higiénicas necesarias para evitar la contaminación? _____

7. ¿La leche que recoge es obtenida el mismo día o el día anterior a la entrega?

8. ¿Las cantinas o el carro tanque son de nuevo lavados fuera de este establecimiento y con qué? _____

ANEXO B

MANUAL DE BUENAS PRACTICAS DE MANUFACTURA

Este manual tiene como finalidad establecer principios de higiene para el procesamiento, elaboración, manipulación , empaque, almacenamiento y transporte de leche .

Las buenas prácticas de manufactura son una serie de normas que actualmente sirven como base para la certificación de calidad en el comercio internacional.

1. LOCALES:

Ubicación y sus alrededores:

Los locales de elaboración y manufactura deben estar ubicados en áreas que esten libres del riesgo de inundación, olores objetables, humo, polvo y otros agentes contaminantes, contando con la certeza que permanecerán libres de estos

Debe haber un suministro adecuado de agua potable.

Deben existir instalaciones adecuadas para la eliminación de efluentes o espacio adecuado para establecer una planta de tratamiento de efluentes ubicado de tal manera en relación con el viento prevaleciente y a una distancia tal para evitar la contaminación en las áreas de elaboración y almacenamiento.

Las áreas inmediatamente circundantes de los locales deberán ser bien cuidadas y deberán mantenerse libres de desperdicios, basuras, vegetación excesivamente desarrollada y materiales de desecho.

Los accesos y áreas de tráfico deberán ser de cemento, u otro material sellador similar para mantener en un mínimo el polvo y el barro.

2. EDIFICIOS.

Es conveniente que la estructura sea de un solo piso, por las ventajas que presentan para la manipulación de la materia prima, así como la posibilidad de un flujo continuo desde la recepción hasta el almacenamiento del producto final.

Los edificios deberán ser de construcción sólida e higiénica, diseñados para evitar la contaminación de los productos o la acumulación de polvo o suciedad y deberán ser aptos para una fácil limpieza, deben estar en excelente estado.

Los edificios deberán estar libres de corrientes de aire pero bien ventilados para evitar el calor excesivo y la condensación, el crecimiento de mohos y la contaminación con olores y emanaciones.

Los edificios deberán estar contruidos de tal modo para evitar la entrada y salida de insectos, aves, roedores, u otros animales. Se deberán utilizar puertas que se cierren por si solas o de doble acción, rejillas de ventilación donde sea apropiado y no deberá existir acceso directo entre un área de elaboración y el exterior del edificio .

Los edificios deberán estar bien iluminados con luz natural y/o artificial y no deberá haber posibilidad alguna de contaminación de los productos como consecuencia de la rotura de vidrios o plásticos.

Donde exista el riesgo de contaminación cruzada con microorganismos entre los productos finales y la materia prima o productos intermedios, deberá existir una separación física, preferiblemente paredes entre las áreas donde se manipulan los distintos tipos de materiales.

Deberá haber una separación física mediante paredes entre departamentos en donde se manipulan materias comestibles y materias no comestibles. Particularmente las salas de máquinas y taller, deben estar separadas de las salas donde se manipula o almacena leche.

Las áreas de manipulación de alimento deben estar completamente separadas de cualquier sector que se utilice para viviendas.

Se deberá contar con instalaciones de laboratorio para vigilar el control de la higiene.

En todas las salas en que se procese, manipule, empaque o almacene leche, o donde se laven y almacenen utensilios:

- Los suelos deben ser contruidos de materiales no tóxicos y no absorbente, que sean impermeables al agua y otros líquidos, fáciles de limpiar y desinfectar. Deben ser antideslizantes, sin ranuras y donde sea necesario deben tener una inclinación suficiente para que los líquidos escurran hacia desagües o canales protegidos por una rejilla o parrilla. Los canales se deben construir de forma redondeada para reducir al mínimo la acumulación de suciedad y fango.

Los suelos recubiertos con materias derivadas de la resina son antideslizantes, resistentes al desgaste y fáciles de limpiar. Los suelos en madera no se recomiendan cuando se efectúan operaciones con humedad. Son difíciles de limpiar y susceptibles a la invasión por insectos y roedores

El producto no debe tener contacto directo con el suelo

Los ángulos entre los suelos y paredes o entre suelos y bases de columnas deben ser sellados y cubiertos, para evitar la acumulación de suciedad y humedad.

Las paredes deben ser construidas de materiales no tóxicos, no absorbentes, impermeables al agua y otros líquidos, fáciles de limpiar y desinfectar. Deben ser lisas, sin grietas, de color claro y lavables (azulejos, láminas de plástico o acero inoxidable). Se construirán con material recubierto por un barniz impermeable hasta la altura de las posibles salpicaduras.

No son idóneos los papeles para paredes no lavables, la pintura con cal ni la madera sin tratar.

Los ángulos formados por las paredes, y el suelo deben ser abovedados y sellados

Los cielos, las escalas y estructuras elevadas deben ser construidas en materiales no tóxicos, no absorbentes y que no se descascaren, impermeables a los líquidos y vapores. Deben ser diseñados, construidos y acabados para prevenir acumulación de polvo, suciedad y hongos. Deben ser fáciles de limpiar.

Se debe tener una excelente ventilación y/o aire acondicionado para evitar el crecimiento de hongos o en su defecto la aplicación de pinturas fungicidas.

Se debe evitar cualquier tipo de goteo, debido a que puede contaminar el producto que se encuentra debajo

Las ventanas y otras aberturas deben ser construidas para evitar la acumulación de suciedad, y aquellas que se abren deben estar protegidas con mallas o telas metálicas, para evitar la entrada de insectos, aves y otros animales nocivos. Las mallas deben ser de fácil remoción para su limpieza y deben mantenerse en buen estado. Las ventanas deben

mantenerse cerradas siempre y cuando haya peligro de contaminación con productos del exterior.

Las puertas se instalarán ajustadas para evitar la entrada de roedores, insectos, polvo. Deben tener superficies lisas, no absorbentes y dispondrán de mecanismos automáticos para su apertura y cierre, para evitar contaminación cruzada por las manos de los operarios.

Las puertas que dan paso frecuentemente a vehículos de transporte o que tengan contacto con el producto serán protegidas por láminas de metal para evitar su alteración física.

Todos los dispositivos y estructuras aéreas (fijaciones para la iluminación, tuberías para gas, aire y energía) deben ser aislados y diseñados para reducir al mínimo la acumulación de suciedad. Las cubiertas deben ser de superficies lisas y se desmontarán con facilidad para permitir la limpieza de las instalaciones.

Las superficies no deben ser tratadas con materiales protectores u otros que podrían contaminar la leche.

3. MEDIO AMBIENTE

Donde exista el riesgo de contaminación del producto por aire circundante, el área de trabajo debe cerrarse hasta donde sea posible manteniéndola a una presión de aire positiva utilizando aire filtrado de una corriente limpia.

La ventilación y los cambios de aire deben ser controlados para evitar variaciones importantes en la temperatura de los cuartos, debido a que puede provocar condensación sobre el techo, paredes y superficies del producto.

La ventilación será la suficiente para evitar la acumulación de excesos de calor y de humo que pueden aumentar los riesgos de incendio y provocar fatiga en los operarios.

La iluminación puede ser natural o artificial y no debe alterar los colores. Las bombillas e instalaciones eléctricas serán de un tipo seguro e instaladas para evitar la contaminación del producto en caso de roturas.

4. INSTALACIONES SANITARIAS

Sistemas de distribución de agua

Se debe disponer de un suministro abundante de agua con presión adecuada . Si no existe suministro público de agua ni pozos propios de la empresa, se dispondrá de instalaciones adecuadas para el almacenamiento de agua, fabricadas de material no corrosivo ni tóxico.

Tanques, recipientes y tuberías deben ser diseñados y estructurados para prevenir la contaminación, particularmente por roedores y otros animales nocivos, aves, polvo y lluvia.

Debe haber un suministro adecuado de agua potable, fría y caliente con precauciones contra la contaminación y la polución. El tanque para el almacenamiento debe ser cerrado. El agua caliente debe estar a una temperatura mínima de 70°C y a 82°C si se va a utilizar para desinfección.

“Toda el agua excepto la que se utiliza para fines de refrigeración y control de incendios debe ser potable y debe ser sometida a pruebas de laboratorio para comprobar su potabilidad a intervalos apropiados y regulares. El agua potable proveniente de norias o fuentes locales debe estar protegida contra fuentes de contaminación superficiales y subterráneas.”

El agua no potable será conducida por tuberías independientes que puedan distinguirse fácilmente, mediante el color, de las tuberías que conducen agua potable, debe ser llevadas en tuberías completamente separadas, identificadas con letras impresas y de colores, sin

conexiones cruzadas entre los diferentes tipos de agua, ni la posibilidad de una contaminación cruzada del agua potable o el equipo.

Las tuberías que conducen agua potable y no potable vierten en el mismo depósito, debe existir una separación entre las salidas del agua potable y el nivel máximo que puede alcanzar el agua en el depósito.

Se debe evitar el retroceso por acción del sifón.

Vapor

“Debe haber un suministro adecuado de vapor para el procesamiento, limpieza, desinfección y otras operaciones. El vapor que pueda entrar directamente en contacto con la leche o que se utiliza para la desinfección, debe ser filtrado y producido con agua potable”

Refrigeración

Se debe disponer de capacidad suficiente de refrigeración para mantener la leche como requerido a temperaturas inferiores a 4°C.

Efluente

Se debe contar con un sistema eficiente para la eliminación del efluente y desperdicios el cual se debe mantener en buen estado.

Las tuberías y efluentes, incluyendo los sistemas de alcantarillado, deben ser tamaño suficiente para llevar cargas máximas y deben estar construidas de tal manera para evitar la contaminación del suministro de agua potable.

Todos los conductos deben ser impermeables y deben tener sifones y resumideros, en todo momento deben mantenerse separados y lejos de cualquier departamento donde se preparen, manipulen, empaquen o almacenen los productos finales.

Las vías para la eliminación de efluentes y de aguas residuales serán cerradas, estarán sometidas a un mantenimiento apropiado y su capacidad será suficiente para resistir una máxima carga.

Los drenajes irán provistos de sifones para controlar los olores y cada instalación descargará hacia el exterior para facilitar el drenaje.

Deben ser utilizados tamices o trampas de grasa en los fluidos líquidos antes de ser vertidos al alcantarillado.

Desechos

El almacenamiento de basuras debe hacerse en canecas preferiblemente de material lavable o en bolsas plásticas que permanecerán herméticamente cerradas hasta el momento de su recolección.

La eliminación de desperdicios será de tal manera para evitar el riesgo de contaminación de los productos ya sea directa o indirectamente.

Se debe disponer de receptáculos tapados, debidamente marcados para los desperdicios y basura seca, los que deben ser retirados de las áreas de procesamiento y almacenamiento al menos una vez al día o con mayor frecuencia si es necesario.

Los desechos sólidos tales como vidrio, metal, plástico, cartón y papel se deben reciclar o tratar para convertirlos en sub productos aprovechables.

Se debe contar con un sistema de recolección organizado y eficiente.

Instalaciones para el lavado de las manos

Las instalaciones para el lavado de manos deben contar con letreros solicitando al personal que se laven cuidadosamente las manos.

Se debe disponer de instalaciones para lavarse las manos, fácilmente accesibles y con escobillas para las uñas, jabón desinfectante para las manos, ubicadas en las áreas de procesamiento donde quiera que exista la posibilidad que el personal pueda ensuciarse las manos o pueda entrar en contacto directo con el producto.

Se recomienda el uso de grifos para agua caliente y fría que no son accionados manualmente y también el uso de toallas desechables.

Instalaciones para el cambio de ropa

Debe existir una zona cerrada para guardar ropa o habitaciones en las que se efectuó un cambio completo de ropa con duchas y armarios individuales.

Se debe contar con toiletes adecuados y convenientes con puertas que se cierren por sí solas, conjuntamente con instalaciones para cambiarse, guardar y secar ropas. Las salas de toiletes deben estar bien iluminadas y ventiladas, con calefacción si es necesario y siempre deben mantenerse limpias y en condiciones higiénicas, no deberá dar directamente sobre un área de manipulación de alimentos.

Instalaciones de limpieza y desinfección

Se debe contar con instalaciones apropiadas para los utensilios de limpieza y desinfección y se debe suministrar equipo de acuerdo con las necesidades.

Primeros auxilios

Las instalaciones de primeros auxilios deben incluir vendajes impermeables y materiales para la limpieza y desinfección de cortaduras y heridas.

4. EQUIPOS Y UTENSILIOS

Diseño y construcción

Los utensilios deben ser diseñados y construidos de modo de evitar riesgos higiénicos y permitir una limpieza, desinfección e inspección visual fácil y profunda

La planta y el equipo deben ser diseñados, construidos e instalados de manera:

Evitar riesgos higiénicos.

Evitar la contaminación cruzada entre un producto sometido a tratamiento térmico y otro que no ha sido sometido a dicho tratamiento.

Permitir un drenaje libre donde sea posible

Permitir una limpieza, desinfección profunda y de fácil inspección en las superficies que entren en contacto con el producto.

Permitir un desmantelamiento fácil cuando sea necesario para la limpieza y desinfección manual o inspección visual de las superficies que entran en contacto con el producto.

Posibilitar la toma de muestras representativas para el control higiénico del producto

Deben ser construidos en materiales anticorrosivos, no tóxicos y no deben reaccionar con los agentes de limpieza y desinfección

Materiales de construcción

Todas las superficies que entran en contacto con el producto deben ser lisas, y estar libres de hendiduras, ranuras y escamas sueltas. Deben ser no tóxicas, no deben afectar al

producto, deben ser capaces de soportar la exposición repetida a la limpieza y desinfección normal.

El uso de la madera y otros materiales que no pueden ser adecuadamente aseados y desinfectados debe evitarse excepto cuando ello no constituya una fuente de contaminación.

Instalaciones de limpieza

Donde sea posible deben adaptarse sistemas de limpieza en el sitio, presentando la debida atención al diseño y la construcción de la planta.

Se deben proporcionar cepillos e instalaciones apropiadas para la limpieza periódica manual de ítem tales como las válvulas, tubería y cestillos.

Donde la leche es entregada a granel en vehículos, tanques, se debe contar con instalaciones para la limpieza y desinfección de los tanques, se debe contar con las instalaciones para la limpieza y desinfección de la descarga de leche.

Donde la leche sea entregada en cantinas, se debe contar con instalaciones para la limpieza y desinfección de estas con sus respectivas tapas.

Equipo de refrigeración

En caso necesario, se deberá contar con instalaciones para enfriar la leche al ser recibida y posiblemente después del tratamiento térmico, a una temperatura que no sea superior a 4°C y para mantener la leche a esta temperatura.

Equipo de tratamiento térmico

El equipo para el tratamiento térmico del producto debe ser capaz de cumplir continuamente con los requisitos de temperaturas y tiempos de pasteurización, de contar con un termómetro exacto y un termógrafo que indiquen la temperatura del producto durante el

tratamiento térmico. Se deberá instalar una válvula automática para la desviación del flujo, o interruptor y/o alarma para evitar que el producto que no ha sido debidamente sometido al procesamiento térmico sea impulsado hacia la próxima etapa del proceso.

Se deberá contar con las facilidades necesarias para obtener muestras para el análisis de laboratorio.

La calibración de los instrumentos deberá ser revisada regularmente y se deberán mantener cuadros termográficos para inspección durante un periodo adecuado.

Suministro de aire

5. MATERIALES

Leche

La leche deberá provenir de vacas sanas en condiciones higiénicas y estar libre de antibióticos, residuos químicos, materias extrañas, olores o manchas objetables y deberá ser de excelente calidad microbiológica y apta para el consumo humano. Los suministros de leche de cada productor deben ser objeto de inspección regular para asegurar que estas condiciones de producción se mantengan.

La leche que no se procesa de inmediato debe ser enfriada a 4°C o menos y debe ser mantenida a esta temperatura hasta que se procese. El periodo entre el ordeño inicial y el procesamiento debe ser lo más corto posible siendo preferible que no exceda 48 horas.

La leche después de pasteurizada deberá ser consumida tan pronto como sea posible y se deben tomar precauciones para evitar la contaminación después del tratamiento térmico.

La leche no se debe almacenar bajo condiciones de tiempo/ temperatura que permitan la proliferación de microorganismos y el desarrollo de toxinas.

Otras materias primas.

Las materias primas además de la leche (crema) deben estar libres de olores y manchas objetables y aptas para el consumo. Deben tener certificación de haber sido producidas bajo condiciones higiénicas y estén libres de materias extrañas. Deben ser objetos de control de calidad.

Las materias primas deben ser almacenadas antes de su utilización bajo condiciones que eviten la contaminación e infestación; bajo, condiciones de tiempo/ temperatura / humedad evitando así su descomposición.

Materiales no comestibles.

Los materiales no comestibles deben ser rotulados y almacenados en forma totalmente separada de los productos comestibles. Particularmente aquellos materiales que son peligrosos para la salud tales como pesticidas e insecticidas, deben llevar una etiqueta de advertencia y deben ser mantenidos bajo llave, en un cuarto aparte. ; además deben ser manipulados únicamente por el personal capacitado bajo correcta supervisión. Se deben tomar precauciones extremas para evitar la contaminación del producto.

6. NECESIDADES PARA OPERACIÓN HIGIENICA

Las salas se deben mantener limpias, en buen estado y libres de desperdicios, excedentes de agua y de vapor de agua.

Las salas de almacenamiento de producto deben estar limpias y secas.

Todas las superficies que entren en contacto con el producto deben ser aseadas inmediatamente después de su utilización o tantas veces como sea necesario, mediante una técnica de limpieza apropiada para el equipo y proceso.

El equipo y los utensilios deben ser desinfectados inmediatamente antes de su uso y cuando se haya presentado la posibilidad de contaminación inadvertida.

Las telas de multiservicio deben ser lavadas y desinfectadas.

Las reparaciones y trabajos de mantenimiento del equipo deben realizarse después de haber terminado la producción de un lote, se deberán colocar pantallas para evitar cualquier posible contaminación del producto.

No se deberán usar preparados para la limpieza y pintura en el área de producción, cuando exista el riesgo de contaminar el producto.

7. LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN DE LA PLANTA Y EQUIPO

La limpieza es el resultado de eliminar completamente la suciedad visible, mientras que la desinfección se realiza después de limpiar, con el fin de destruir los microorganismos.

La limpieza se puede definir como el proceso por el cual se separa la suciedad adherida a una superficie (remoción de los residuos visibles) con la ayuda de un jabón o detergente (agente de limpieza) y que debe aplicarse a equipos, utensilios, pisos y paredes.

Algunos factores que determinan la forma en que se debe realizar la limpieza:

Naturaleza de la suciedad que se va a eliminar.

Tipo de superficie que se va a limpiar (que este en contacto o no con el alimento)

Instalaciones y material de construcción

Equipos empleados

Calidad y dureza del agua de lavado

Materiales y compuestos empleados para la limpieza

Agente de limpieza

Los agentes de limpieza o limpiadores son aquellos que se emplean para retirar la suciedad, como, detergentes, jabones y agua .

El detergente es la sustancia que ayuda al desprendimiento, disolución y dispersión de la suciedad , el agua permite el arrastre de la misma, por disolución del detergente en ella.

Es necesario el uso de disolventes para eliminar residuos de grasa y de pinturas por lo cual estas sustancias son también agentes de limpieza.

Algunos detergentes pueden tener o no acción bactericida dependiendo de su composición . El cloro usado con detergentes alcalinos, ayuda a la eliminación de las proteínas pero, no actúa como desinfectante.

Propiedades de los detergentes:

El detergente ideal debe tener las siguientes propiedades:

Inodoro

Biodegradable

Económico

Atóxico

Soluble en agua

No corrosivo

Estables durante el almacenamiento

Fácil de dosificar

Mecanismos de acción de los agentes de limpieza

Los mecanismos de acción de los agentes de limpieza corresponden a las propiedades físico químicas que estos poseen:

Capacidad de humectación o penetración de tal manera que reduzca la tensión superficial del agua y la solución limpiadora pueda penetrar en la suciedad para eliminarla mas fácilmente (tensoactiva)

Poder emulsificante de grasa y aceite, descomponiendo estas sustancias en glóbulos pequeños que permanecen en una suspensión distribuida en toda la solución

Capacidad dispersante, que consiste en disgregar las partículas de suciedad evitando que se formen agregados.

Saponificar las grasas convirtiéndolas en jabones solubles . Este mecanismo de remoción de depósitos de grasa y aceites; estas se dividen en pequeñas gotas que permanecen en la solución sin precipitar.

Solubilización de las proteínas como resultado de la hidrólisis producida por los compuestos alcalinos del sistema de limpieza.

Facilidad de enjuague.

Es importante que las superficies que entran en contacto con el producto sean aseadas en forma eficiente con el fin de lograr un excelente desinfección.

Las partes del equipo que establecen contacto con el producto serán construidas con materiales duraderos y no tóxicos que sean resistentes a la corrosión o a la alteración física durante el funcionamiento normal

METODOS DE LIMPIEZA

Se conocen los siguientes métodos para aplicar la limpieza.

Limpieza manual

Se aplica se aplica con la ayuda de una acción mecánica fuerte como el frotado o fregado con cepillo u otro elemento.

Limpieza CIP

Llamada limpieza en el sitio en una solución de limpieza aplicada a las superficies internas de los equipos, los tanques y los circuitos por recirculación.

Los limpiadores por espuma son productos a los cuales se les adiciona un agente espuma compatible, con el fin que la espuma tenga un tiempo mas prolongado de contacto con la superficie. Este sistema es empleado para limpieza externa.

La limpieza con GEL tiene el mismo principio de la limpieza con espuma, su diferencia radica en el empleo de un agente gelificante en lugar de un espumante.

En cada uno de los métodos de limpieza intervienen algunos parámetros tales como:

Acción mecánica

Acción térmica

Acción química

Tiempo de limpieza

La acción mecánica en la limpieza manual es el parámetro más importante y se realiza por medio de cepillo

En los otros tres métodos los principales factores son el tiempo de limpieza y la acción química suministrada por el detergente que debe ser aplicado a una concentración determinada. La temperatura (acción térmica), dependerá del tipo de suciedad que se va a eliminar y del diseño del equipo. Las temperaturas altas aceleran los procesos de disolución y reacción química.

El método manual con respecto a los otros métodos requiere mayor acción mecánica, en el método CIP la acción química es mayor al igual que en el sistema por espuma y por gel. La acción térmica tiene una mayor intervención en el método CIP. El tiempo de limpieza es menor en el sistema manual que en los otros sistemas

Proceso de limpieza manual

Tiene lugar mediante las siguientes reacciones:

Diluir el detergente en el agua

Aplicar la solución a la superficie para iniciar el proceso de separación de la suciedad. Con el fin de ayudar al desprendimiento de la mugre, pueden emplearse métodos físicos como el frotado, la agitación y la aplicación a presión. De igual, incrementar la temperatura a la solución limpiadora contribuye a aflojar aun mas la suciedad.

La suciedad o mugre se divide y se inicia la dispersión en la solución de limpieza.

La solución limpiadora junto con la suciedad dispersada, finalmente se enjuaga con abundante agua potable.

Método de limpieza CIP

El sistema CIP (Clean in Place), limpieza en el lugar, integra limpieza y desinfección sin la intervención directa del manipulador.

Es aplicable a circuitos cerrados (intercambiadores, llenadoras) y abiertos (tanques), por lo cual se emplea actualmente con gran éxito en la industria láctea .

Por ser un sistema de limpieza en el sitio no es necesario desarmar el equipo

Planificación del sistema CIP

Este sistema se puede aplicar a partir de unidades descentralizadas o de una unidad central que permite la recirculación de la solución limpiadora. Esta solución puede ser recuperada para ser empleada en otras operaciones de limpieza, por lo cual resulta ser un método económico.

El circuito debe ser simple, en acero inoxidable y de volumen reducido. Los detergentes y desinfectantes deben ser compatibles con el equipo.

Es conveniente la rotación del agente desinfectante debido a la tendencia de los microorganismos a desarrollar resistencia a la acción de un mismo desinfectante.

La temperatura de las soluciones de limpieza y el tiempo de acción tienen especial importancia, así como la concentración de las sustancias empleadas.

Se realiza en las siguientes etapas:

Pre lavado e agua fría (5 minutos)

Circulación de la solución limpiadora (15 minutos a 80°C)

Lavado intermedio con agua fría para enjuagar (3 minutos)

Circulación del desinfectante (10 minutos)

Lavado final con agua fría para eliminar desinfectante (3 minutos)

DESINFECCIÓN

La desinfección se puede definir como la aplicación de métodos físicos y químicos a superficies correctamente limpias, que contactan o no con el producto con el fin de destruir los microorganismos presentes.

Uno de los objetivos de la desinfección es reducir el número de microorganismos del medio ambiente, para lo cual se debe tener en cuenta la desinfección de piso, paredes y el saneamiento de las superficie, equipos y utensilios empleados en la preparación de los alimentos.

Tipos de desinfección

La desinfección física se puede conseguir de varias formas:

Calor: Puede ser transmitido por agua, aire o vapor Las condiciones de tiempo y temperatura para la destrucción de microorganismos por vapor directo son: 80 a 85 °C por 10 minutos

El agua caliente se usa a presión para lograr la temperatura de 130°C, tiempo de exposición 30 minutos. El aire caliente se emplea generalmente en equipo de laboratorio y algunas veces en desinfección en el área de envase.

Radiación por medio de lámparas de rayos ultravioleta : Empleada para el tratamiento de agua, tratamiento de aire en diferentes procesos, laboratorios microbiológicos, es necesario tener en cuenta que la lámpara va perdiendo acción germicida por desgaste .

Desinfección química : Se realiza mediante el uso de agentes desinfectantes o saneadores químicos que son sustancias que destruyen los microorganismos por contacto.

Propiedades de los desinfectantes

Tener un amplio espectro germicida, incluyendo las formas esporuladas

No corrosivos

No tóxicos

Económicos

De fácil dosificación

Solubles en agua

Mantener acción bactericida residual

Estables durante su almacenamiento

Estables en presencia de residuos orgánicos

La superficie que se desinfectará, debe estar perfectamente limpia y se realizará la desinfección sin dejar pasar mucho tiempo por qque se corre el riesgo de una recontaminación.

Factores que interviene en la desinfección química:

Naturaleza química de la sustancia: existe incompatibilidad entre algunos compuestos químicos de los detergentes que afectan la eficiencia de los desinfectantes. Es el caso de los agentes aniónicos que pueden neutralizar la acción de los desinfectantes catiónicos.

Presencia de materia orgánica: este reduce y en algunos casos inactiva la acción de ciertos agentes sanitizadores, como clorados.

Temperatura: el incremento de la temperatura en un desinfectante, aumenta la actividad microbiana, algunos clorados pueden perder su efectividad si se calientan a temperaturas superiores a 42°C

Tiempo de contacto

Concentración de desinfectante: una concentración elevada en la preparación de la solución desinfectante, puede aumentar la acción biocida, pero, al igual que en tiempo de contacto, se llega a un punto tal que por más concentración del desinfectante, su acción biocida no aumenta.

Concentración de iones hidrógeno (pH): los agentes clorados actúan mejor en un medio de pH ácido. Los compuestos de amonio cuaternario por el contrario presentan mayor efectividad a pH alto.

Dureza del agua: la eficiencia de algunos desinfectantes se ve afectada en presencia de aguas duras. Es el caso de los compuestos de amonio cuaternario.

Otros factores que pueden intervenir en el proceso de sanitización son el tipo de estructura de los microorganismos (espora, capsula) al igual que la presencia de formas resistentes por exposición de un solo tipo de desinfectante, por lo cual es conveniente alternar los agentes de desinfección.

Mecanismos de acción de los agentes desinfectantes:

La acción que ejercen los agentes sanitizantes para destruir los microorganismos, tales como la oxidación, la coagulación proteínica y el rompimiento de la pared y membrana celular, permiten que se lleven a cabo los mecanismos por los cuales se logra eliminar la bacteria. Los cuales son:

Desintegración de la organización de la célula

Interferencia con la energía (núcleo)

Síntesis de proteínas (interferencia con el crecimiento)

La acción oxidante del cloro al combinarse con el agua, se lleva a cabo directamente sobre el protoplasma de la bacteria, causando desintegración de su estructura.

Así mismo la mayoría de los desinfectantes químicos coagulan las proteínas, como otro mecanismo de acción en la destrucción de bacterias. El rompimiento de la pared celular se explica por el descenso de la tensión superficial causando en algunos casos lisis bacteriana.

EMPAQUE

Los materiales de empaque deben ser almacenados en un lugar seco, apartado del área de producción, protegidos bajo luz ultravioleta, deben ser utilizados en forma aséptica.

Los materiales de empaque deben ser no tóxicos y no deben dejar depósitos dañinos o indeseables en el producto ni contaminarlo.

El empaque se debe realizar bajo condiciones que eviten la contaminación del producto, proporcionando una protección adecuada contra la contaminación hasta que el producto llegue al consumidor.

ALMACENAMIENTO DE PRODUCTO TERMINADO

El producto debe ser almacenado bajo condiciones de limpieza, temperatura y humedad adecuadas para evitar su deterioro.

TRANSPORTE

El producto debe ser transportado en vehículos limpios, bajo óptimas condiciones higiénicas, a una temperatura entre 0 y 6 °C .

Los productos lácteos no se deben transportar con otros productos en una forma que pueda afectar adversamente la calidad del producto. Los vehículos utilizados para el transporte para el transporte de leche, no se deben utilizar para transportar otros productos.

Las superficies internas de los vehículos deben ser suaves, impermeables y fáciles de limpiar y desinfectar. Los cuerpos de los vehículos deben ser sellados a fin de evitar el ingreso de insectos y otras fuentes de contaminación.

HIGIENE Y SALUD

Las personas que trabajan en la industria láctea deben ser sometidas a controles apropiados de salud en el momento de ser contratadas y a intervalos apropiados dependiendo de las condiciones epidemiológicas y la historia médica previa de la persona.

Enfermedades infecciosas

No se deberá permitir que las personas portadoras, afectadas por enfermedades infecciosas, trabajen en áreas de manipulación del producto o realizando tareas en que exista alguna posibilidad de contaminar directa o indirectamente el producto.

Heridas

Las cortaduras o llagas deben ser protegidas completamente con apósitos impermeables bien asegurados y de color conspicuo y no se deberá permitir a la persona lastimada realizar trabajos que pudieran contaminar el producto.

Higiene personal

Una buena higiene personal por medio de duchas o baños regulares, lavado periódico de las manos del pelo y las manos, reduce la probabilidad de contaminación.

Las uñas deben ser cortas y limpias debido a que es menos probable que contaminen el producto.

El personal debe ser instruido en los principios de la higiene y se le debe exigir que mantenga un alto grado de higiene y aseo personal .

Las acciones de comer, fumar, masticar y realizar cualquier práctica antihigiénica tal como escupir en el área de proceso del producto, son estéticamente inaceptables y aumentan las probabilidades que se transfieran microorganismos con las manos, procedentes de los labios y la boca al producto

Lavado de las manos

Las manos se deben lavar antes de iniciar el trabajo, e inmediatamente después de manipular materiales contaminantes o de utilizar los toiletes.

El lavado completo de las manos con formación de espuma y posterior aclarado puede eliminar muchos agentes patógenos no permanentes que se transmiten con el producto.

Después de manipular cualquier material que podría transmitir alguna enfermedad.

El lavarse innecesariamente las manos con frecuencia o el empleo de jabones o detergentes fuertemente alcalinos provoca irritaciones y erupciones cutáneas.

Las manos serán humedecidas bajo una corriente de agua caliente que no queme, se enjabonarán y se frotarán vigorosamente una con otra durante 15 segundos como mínimo. Después serán aclaradas y secadas con una toalla desechable.

Puede mejorarse la eficacia del lavado mediante la aplicación de antisépticos apropiados durante o tras el lavado, o utilizando cremas que contienen antisépticos.

Beneficios y limitaciones de los emulsionantes utilizados:

* Jabones:

Resultan ineficaces para desinfectar la piel.

Algunos microorganismos pueden multiplicarse sobre la superficie del jabón.

Su principal valor radica en su acción detergente.

Su empleo durante el lavado reduce significativamente el número de bacterias transitorias sobre la piel.

*Alcohol:

Los alcoholes isopropílicos y etílicos son buenos antisépticos cutáneos, aunque no son eficaces contra los esporos.

Para su uso rutinario se recomienda alcohol al 70% en peso.

Algunas veces se usa en hospitales, rara vez en industrias alimenticias.

* Compuestos de amonio cuaternario:

Son germicidas de acción rápida *in vitro*, su acción antiséptica presenta limitaciones importantes, los residuos de jabón que persisten sobre la piel después del lavado neutralizan su actividad.

*Compuesto de yodo:

Estos compuestos combinados con detergentes son buenos agentes limpiadores y no irritan la piel.

Los yodoforos se encuentran entre los pocos desinfectantes que son más eficaces que el jabón para reducir el número de bacterias residentes sobre las manos.

Ropa protectora

El cambio y lavado periódico de la ropa reduce el riesgo de contaminación .

La ropa y los delantales de colores claros permiten identificar los elementos sucios y la necesidad de cambiarlos.

Deberá llevar uniformes limpios, incluyendo gorro, guantes y zapatos apropiados.

Los uniformes no deben llevar bolsillos ni botones, deben ser lavables y estar en excelentes condiciones higiénicas

Para evitar el riesgo de contaminación interior de los guantes, el producto no deben ser manipulado después de quitarse los guantes sin que se laven y sequen previamente las manos.

Cuando no estén en uso, los objetos personales y las ropas deben quedar guardados en los vestidores en casilleros individuales.

Si se usan cubrecabezas se colocarán antes de iniciar el periodo de trabajo y no se ajustarán en el interior de la zona donde se trabaja con el producto.

Visitas

Se debe exigir a las visitas que cumplan con los requisitos correspondientes en relación a la higiene y preferiblemente deberán observar las operaciones de procesamiento a través de ventanas en balcones cerrados.

Se deben tomar precauciones para evitar que la visita contamine al producto incluyendo el uso de ropas protectoras.

Animales domésticos

Se deben excluir de los establecimientos a los perros, gatos y otros animales.

CONTROL DE LABORATORIO

La leche y otras materias primas deben ser sometidas, según se requiera a exámenes apropiados regulares de calidad higiénica y deben ser de optima calidad para su consumo.

El producto final y durante el proceso debe ser sometido a exámenes microbiológicos y fisicoquímicos en forma regular tomándose medidas correctivas en cuanto a limpieza y desinfección cuando persisten tendencias adversas en los resultados microbiológicos

Debe haber un vigilancia microbiológica regular del equipo de limpieza y desinfección.

CONTROL DE PLAGAS

El orden y el retiro de los desperdicios para evitar su acumulación son importantes para evitar la infestación.

Se deberá mantener dentro del establecimiento un programa eficaz y continuo de control de insectos, aves, roedores.

Los establecimientos y áreas circundantes deben ser revisadas regularmente con personal debidamente capacitado para detectar evidencias de infestación por insectos, aves, roedores .

En caso de infestación se deben tomar medidas de erradicación. Las medidas de control mediante tratamiento con agentes químicos, físicos o biológicos deben ser realizadas únicamente bajo la supervisión de personal con un conocimiento profundo de los peligros potenciales a la salud que resultan del uso de tales agentes .

Los pesticidas deberán utilizarse únicamente si no resultan eficaces otros métodos de precaución . Antes de utilizar pesticidas, se debe resguardar todo producto, equipo y

utensilio para evitar contaminación. Después de la aplicación el equipo y los utensilios deben ser cuidadosamente aseados y desinfectados antes de utilizarlos de nuevo.

PROGRAMA DE CONTROL DE HIGIENE

Las responsabilidades específicas del personal en relación con el aseo y la desinfección deben estar claramente definidas.

El personal debe ser capacitado en el uso de herramientas especiales de limpieza, los métodos de desmantelamiento del equipo para su limpieza y deben ser instruidos en la significación de la contaminación y de los peligros que involucra.

Se debe establecer un programa permanente de aseo y desinfección para asegurar que todas las partes del establecimiento sean debidamente aseadas y que se determine la limpieza y/o desinfección específica de las áreas críticas, el equipo y los materiales a intervalos definidos.

ANEXO C

PLAN DE SANEAMIENTO

INTRODUCCION

El saneamiento en la planta industrial significa un control higiénico riguroso y constante de las materias primas, del producto en elaboración y terminado, que abarque toda la manipulación, desde que ingresan a la planta hasta que llegan al consumidor, para evitar su adulteración, alteración o contaminación, asegurando la producción y la distribución de alimentos sanos. Por esta razón se procede a realizar un diagnóstico, con la ayuda de formularios, que contengan una serie de preguntas encaminadas a detectar si se está produciendo en forma correcta o si por el contrario, es necesario proporcionar la medida o medidas sanitarias adecuadas.

La inspección debe cubrir al máximo los factores que intervienen directa o indirectamente en la elaboración del alimento, como son los alrededores de la planta, con construcción y distribución, los equipos, las materias primas, el procesamiento, empaque y almacenamiento y en especial la capacitación a los empleados. Así efectuando un adecuado control higiénico que asegura la producción de leche pasteurizada sana.

EL CONTROL HIGIÉNICO EN LA PRODUCCIÓN

Se realizó un estudio y evaluación de la manipulación del producto y limpieza de su infraestructura.

1. Materia prima

En la recepción se realiza un control físico – químico para poder aceptar la leche, realizando las siguientes pruebas, alcohol etílico al 77%, densidad, grasa, acidez, cloruro, neutralizantes, formol, refractometría, peroxidasa.

La limpieza de cantinas y carrotanques debe ser la adecuada, la empresa esta comprometida con todos los proveedores en abastecerlos con todos los implementos para la limpieza apropiada .

La leche debe estar libre de contaminación debida a la presencia de microorganismos patógenos o microorganismos que puedan alterar sus características organolepticas, a la actividad de plagas o por pesticidas, además de reunir los requisitos de calidad físico – química.

2. Instalaciones y equipos destinados a la producción de leche pasteurizada.
3. Higiene del personal de la planta de producción.
4. Potabilidad de aguas usadas.
5. Inocuidad del material de empaque, su estado higiénico y su impermeabilidad.
6. Higiene de toda la planta industrial, cuarto frío, empaque, lavado.

Debe interesar el saneamiento a los productores, que deben tener presente que los gastos que demanda en saneamiento son compensados por la calidad de la producción, que encuentra más fácilmente mercado comprador y a mejor precio. Además cumple con el propósito de producir alimentos sanos.

PLAN DE SANEAMIENTO

Es una de las bases que se debe tener en toda empresa para lograr una excelente calidad por medio de formularios que ayudan a detectar los puntos clave de funcionamiento, además de estos se debe hacer énfasis en la limpieza de equipos ya que al quedar con residuos crean un ambiente propicio para la multiplicación de microorganismos elevando la carga, se debe tener en cuenta que así se realice una buena desinfección, si el equipo o superficie esta mal lavado se inactiva el desinfectante por acción de los microorganismos.

La leche pasteurizada esta expuesta a una serie de alteraciones inducida por diferentes condiciones ambientales, causada por microorganismos, por esta razón se implementa el Plan de Saneamiento, el cual contribuye a la conservación de la leche y consta:

- a) Programa de limpieza y sanitización: El programa esta relacionado con el aseo y la higiene o sanitizada de todos los elementos que intervienen en la elaboración de la leche pasteurizada, leche cruda, equipos, superficies en contacto con el alimento y en general todas las instalaciones. La limpieza es el resultado de eliminar completamente la suciedad visible, mientras que la desinfección se realiza después de limpiar con el fin de destruir microorganismos. El programa incluye la forma adecuada de limpieza (proceso especificado).

Debe tenerse en cuenta los agentes y las sustancias utilizadas, así como las concentraciones y los equipos e implementos requeridos para efectuar las operaciones y la periodicidad de limpieza y sanitización, además de un cronograma de actividades,

funciones de auxiliares de aseo y listas de chequeo o auditorias de calidad que evalúan el programa.

Tabla 1. Cronograma de actividades

	Nov 2000	Dic 2000	Ene 2001	Feb 2001	Mar 2001	Abr 2001	May 2001	Jun 2001
Plan de saneamiento	X	X	X	X	X	X	X	X
Inspección de proveedores	X	X	X	X	X	X	X	X
Inspección de operarios	X	X	X	X	X	X	X	X
Capacitación de operarios	X		X			X		X
Inspección de limpieza y desinfección	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX
Inspección de desechos	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX
Inspección de servicios	X	X	X	X	X	X	X	X

X: frecuencia semanal de inspección

XX: frecuencia diaria de inspección

Tabla 2. Instalaciones

Lugares	Limpeza diaria	Tiempo de limpieza
Recepción de leche	2 veces	30 min
Cuarto de pasteurización	2 veces	40 min
Cuarto de empaque	3 veces	20 min
Cuarto frío	3 veces	30 min
Cuarto de cestillos	Constante	_____
Alrededores	Diaria	_____

Tabla 3. Limpieza de equipos

Equipos	Limpieza nocturna	Limpieza diurna	Transcurso del día	Cada tres días	Tiempo de limpieza
Mangueras de recepción de leche	Lavado con agua caliente, detergente alcalino	Desinfección con sanitizer	Sanitización de alrededores	_____	30 min
Centrífuga	Circuito abierto	Desinfección con sanitizer	Sanitización	_____	30 min
Enfriador	Lavado en circuito cerrado detergente alcalino agua caliente	Desinfección con sanitizer	Sanitización de alrededores	_____	15 min
Pasterizador	Lavado en circuito cerrado detergente alcalino agua caliente	Desinfección con sanitizer	Sanitización de alrededores	Lavado con detergente ácido desincrustante	20 min
Empaque	Lavado en circuito cerrado detergente alcalino agua caliente, esterilización de filtros	Desinfección con sanitizer	Sanitización de alrededores	Lavado con detergente ácido desincrustante	40 min
Tanques de almacenamiento	Desengrasado con detergente alcalino	Desinfección con sanitizer	Sanitización de alrededores	_____	10 min

- b) Programa de desechos sólidos: los desperdicios sólidos se suelen mantener separados de los desperdicios líquidos, pudiendo tener una utilidad; antes de ser utilizados pueden ser concentrados, desecados, o fermentados o ser utilizados como abonos.

Antes de venir el efluente a una corriente natural o a la red de alcantarillado, es necesario un tratamiento previo en la fabrica, que consiste en aplicar las medidas correctivas a las aguas residuales de acuerdo con las normas exigidas por Empresa de Acueducto y Alcantarillado.

Los materiales de desecho de las plantas, tanto sólidos como líquidos están compuestas por proteínas y carbohidratos, materia grasa y residuos químicos provenientes del proceso y de la limpieza, estas sustancias pueden causar problemas al aumentar la DBO del agua.

El almacenamiento de basuras puede realizarse en canecas plásticas que permanecerán herméticamente cerradas hasta el momento de su recolección.

- c) Programa de control de plagas: otra forma o vehículo de transmisión de gérmenes patógenos son los insectos y roedores. Su presencia representa una amenaza por la posibilidad de transmisión de enfermedades, al contaminar los alimentos, los equipos, y en general las instalaciones de la planta.

El control de vectores se inicia desde la construcción de la fabrica empleando sistemas de protección a prueba de roedores e insectos.

Por otro lado si las condiciones del entorno son las adecuadas, es decir, los alrededores no presentan problemas de contaminación, la proliferación de insectos no tendrá lugar.

Los insectos y roedores necesitan alimento y vivienda para su desarrollo; el mejoramiento en los hábitos de limpieza, disposición de basuras y eliminación de sitios que les puedan servir de guaridas, son algunas de las acciones adecuadas contra roedores e insectos.

- Roedores: raticidas con productos a base de anticoagulantes como la warfarina y cumadina, producen hemorragias internas (Klerat y racumin). Estos productos se colocan fuera de la planta de producción.
- Insectos: aplicación de insecticidas con mínimo olor a fin que no se perciban en el ambiente, baja factibilidad para las personas y gran poder de acción contra insectos, garantizando una aplicación segura y efectiva en áreas de producción, procesamiento y almacenamiento del producto alimenticio.

Es fundamental un programa de fumigación para manejo de plagas a base de insecticidas o piretroides que son sustancias de baja toxicidad.

ANEXO D

4.1 MANUAL FISICO QUIMICO DE LA LECHE

4.1.1 TOMA DE MUESTRAS

Equipo y material

Recipientes de vidrio, de material inoxidable o material plástico de calidad apropiada, de capacidad de 200 a 500 ml.

Agitador de aluminio o acero inoxidable, de fácil manipulación, de tal forma que permita la agitación adecuada de la leche.

Procedimiento

Introducir el agitador limpio y desinfectado con agua caliente o solución bactericida.

Moverlo enérgicamente hacia arriba y hacia abajo, tomara la muestra y pasarla al frasco.

El volumen tomado debe ser de unos 500 ml.

Por regla general las muestras deben ser examinadas dentro de las 12 horas después de tomadas.

PRUEBA DEL ALCOHOL

Equipo y material

Metodo con equipo dosificador

Agitador para cantinas de leche

Reactivos

Alcohol etílico de 77% v/v libre de aditivos

Procedimiento

Agitar bien la muestra según lo indicado. Tomar el aparato con la mano derecha y el tubo hacia arriba.

Introducir la punta del tubo en la leche, sacarla verticalmente, dar un giro al aparato de 180° C.

Con los dedos índice y pulgar de la mano izquierda hacer girar la placa dosificadora $\frac{1}{4}$ de vuelta, en la copa caen 2 ml de alcohol.

Observar el aspecto de la mezcla.

Interpretación

Con leche normal la mezcla se desliza a lo largo de las paredes sin dejar rastros de grumos.

Con leche ácida por el contrario, se forman grumos más o menos espesos de caseína – albúmina precipitada.

DETERMINACION DE LA REFRACTOMETRIA

Equipo

Refractometro de Bertuzzi

Procedimiento

Limpiar bien el prisma del refráctometro. Cubrir el prisma inferior con leche bien homogenizada a temperatura ambiente. Dejar caer suavemente la parte superior del prisma sin hacer presión. Hacer la lectura. Secar bien el prisma teniendo cuidado de que no quede agua en la unión de las dos partes del prisma.

DETERMINACION DE LA DENSIDAD DE 15/15°C CON TERMOLACTODENSIMETRO

Material

Termolactodensímetro a 15/15°C con graduaciones en la escala de un grado lactodensimétrico.

Preparación de la muestra

Si la leche es fresca y no hay separación visible de crema trasvasándola totalmente de un recipiente a otro, tres veces como mínimo, evitando la formación de espuma. Cuando la mezcla contenga grumos de grasa, calentar a no más de 38°C antes de homogenizar.

Procedimiento

Agregar la leche a la probeta con está inclinada para evitar la formación de espuma. Llenar la probeta por lo menos hasta un nivel tal que el volumen libre sea netamente inferior al volumen del cuerpo del termolactodensímetro.

Introducir suavemente el lactodensímetro manteniéndolo verticalmente. Evitar el contacto del termolactodensímetro con las paredes de la probeta.

Efectuar la lectura después de un minuto de sumergido el termolactodensímetro.

Efectuar la lectura en la parte alta del menisco, haciendo la observación en forma perpendicular a este.

La densidad se informa con cuatro cifras decimales solamente.

DETERMINACION DE ACIDEZ

Fundamento: la acidez de la leche es valorada mediante el agregado de solución valorada de hidróxido de sodio hasta viraje a la fenolftaleína.

Material

Bureta de 10 ml de capacidad graduada en divisiones de 0.05 ml o 0.1 ml, que permita apreciar la mitad entre dos divisiones.

Pipeta volumétrica de 9 ml o equivalente que vierta 9 ml de leche.

Reactivos

Solución fenolftaleína al 1m/v en alcohol etílico de 95 a 96°G.L. neutralizado.

Solución valorada de hidróxido de sodio 0.1 N, libre de carbonatos.

Procedimiento

Colocar en el vaso plástico, 9 ml de la muestra, agregar cinco gotas de la solución indicadora de fenolftaleína, titular con la solución de hidróxido de sodio hasta viraje a rosado. El color debe persistir de 12 a 15 segundos.

DETERMINACION DE MATERIA GRASA

Fundamento: la leche es tratada con ácido sulfúrico para digerir proteínas. Por centrifugación se reúne la materia grasa en una capa clara que se evalúa cuantitativamente mediante una escala convencional.

Equipo y material

Butirómetros Gerber original para determinación de grasa en leche con graduación de 0 a 7% ó 0 a 8%.

Soporte para butirómetros.

Pipetas aforadas para leche de 11 ml de capacidad.

Dosificador para ácido sulfúrico que entregue 10 ml.

Dosificador para alcohol isoamílico que entregue 1 ml.

Tapones adecuados para butirómetro.

Llave para butirómetro.

Centrífuga para butirómetro Gerber.

Baño maría con control termostático a temperatura de 65°C, de profundidad, tal que permita la inmersión vertical de los butirómetros hasta el bulbo terminal.

Reactivos

Alcohol isoamílico certificado para la prueba de Gerber.

Ácido sulfúrico libre de grasa, de peso específico a 15.6°C de $D = 1.820 - 1.825$.

Debe contener 90 – 91% de ácido sulfúrico en peso. Conservarse en recipientes herméticamente cerrados.

Procedimiento

Colocar en el butirómetro Gerber 10+/- ml de ácido sulfúrico. Con una pipeta de 11 ml medir la muestra de leche debidamente preparada a no más de 24°C. se debe dejar escurrir la leche lentamente por las paredes del butirómetro para evitar cualquier reacción con el ácido. Agregar 1 ml de alcohol isoamílico y colocar el tapón de seguridad hasta que quede firme.

Cubrir el bulbo con un trapo, tomarlo con una mano, golpearlo contra la palma de la otra mano hasta que en el líquido no se observen partículas blancas luego invertirlo completamente tres veces para mezclar el ácido contenido en el bulbo terminal.

Centrifugar el butirómetro inmediatamente después de la agitación con el tapón hacia el fondo de la copa. No olvidar que la centrífuga quede equilibrada.

Centrifugar durante cinco minutos contados a partir del momento en que la centrífuga adquiera la velocidad necesaria. Transcurrido este tiempo pasar los butirómetros con el tapón hacia abajo al baño maría a 65°C, dejarlos en éste por lo menos tres minutos y no

más de 10 minutos. Mantener el nivel del agua por sobre el nivel de la columna de grasa en el butirómetro. Para leer, presionar con la llave, hasta que la base de la columna de grasa quede nivel de una división principal.

Para la determinación de la grasa en la leche homogenizada, seguir el procedimiento anterior, excepto que la centrifugación debe efectuarse por diez minutos.

5 ADULTERANTES

IDENTIFICACION DE HARINA Y ALMIDONES

Material

Tubos de ensayo de vidrio refractario, de 16 x 150 mm.

Mechero

Recipiente con agua – hielo

Reactivos

Solución de yodo – yoduro de potasio

Yodo 1 g

Yoduro de potasio 2 g

Agua destilada 300 ml

Procedimiento

Colocar en un tubo de ensayo 5 ml de muestra, hervir, enfriar en el agua con hielo, agregar 5 gotas del reactivo.

Interpretación

Positivo: color azul, indica presencia de almidón o harina.

Negativa: color amarillento.

El color azul debe desaparecer por calentamiento.

Preparar un testigo negativo con leche pura fresca y un testigo positivo con la misma leche adicionada de almidón.

IDENTIFICACION DE CLORUROS

Método de selección:

Material

Tubo de ensayo de 16 x 150 mm

Pipeta volumétrica de 5 ml

Pipeta volumétrica de 1 ml

Frascos gotero

Reactivo

Solución acuosa de nitrato de plata de concentración 1.3415 g/litro.

Solución acuosa de cromato de potasio al 10% m/v.

Procedimiento

Colocar en un tubo de ensayo 5 ml de la solución de nitrato de plata, agregar dos gotas de solución de cromato de potasio.

Agitar y adicionar 1 ml de leche. Mezclar.

Interpretación

Si se produce una coloración rojo ladrillo, la cantidad de cloruros en la leche expresada como cloruro de sodio es inferior a 2.3 g/litro.

Si la cantidad de cloruros en la leche, expresada como cloruro de sodio es de 2.3 g/l de leche o mayor, se produce inmediatamente una coloración amarillo canario. En este caso, la muestra sospechosa de haber sido adicionada con cloruros, por lo tanto debe efectuarse la determinación cuantitativa.

7 CONSERVANTES

IDENTIFICACION DE FORMALDEHIDO

Material

Tubo de ensayo de vidrio refractario de 16 x 150 mm

Mechero

Reactivos

Solución acuosa de cloruro férrico al 1% recién preparado

Ácido sulfúrico densidad 1.820 – 1.825

Solución diluida de formaldehído: diluir 1 gota de solución de formaldehído del 38% - 40% en 100 ml de agua

Procedimiento

Colocar 3 ml de la muestra en un tubo de ensayo, agregar 3 gotas de la solución de cloruro férrico, agitar; por las paredes del tubo agregar con cuidado, sin que se mezcle con la leche, ácido sulfúrico en cantidad suficiente para que forme una capa de 1 a 2 cm de espesor.

Interpretación

En presencia de formaldehído aparecerá inmediatamente un anillo violeta en la interfase del ácido y la leche.

Observaciones

Cuando la concentración del formaldehído en la leche es alta, la prueba es menos sensible; para hacerla más sensible se debe hacer diluciones de la muestra con leche pura.

IDENTIFICACION DE HIPOCLORITOS – CLORAMINAS – DIOXIDO DE CLORO

Material

Baño maría

Reactivos

Solución de yoduro de potasio. Disolver 7 g de yoduro de potasio en 100 ml de agua destilada. Preparar cuando se vaya a usar.

Ácido clorhídrico diluído a 100 ml de ácido clorhídrico (36.5 a 38.5). agregar 200 ml de agua destilada.

Solución de almidón. Hervir un gramo de almidón soluble en 100 ml de agua destilada. Enfríar antes de usar.

Procedimiento

PRUEBA I

Colocar 5 ml de leche en un tubo de ensayo, agregar 1.5 ml de solución de yoduro de potasio, mezclar bien por agitación. Anotar el color de la leche.

PRUEBA II

Si no cambia el color de la leche, agregar 4 ml de ácido clorhídrico diluído, mezclar bien con una varilla de vidrio extremo plano y observar el color de la cuajada.

PRUEBA III

Colocar luego el tubo en baño maría calentado previamente a 85° C y dejar en reposo 10 minutos, (durante este tiempo la cuajada sube a la superficie), enfriar rápidamente colocando el tubo en agua fría. Anotar el color de la cuajada y el líquido.

PRUEBA IV

Agregar luego al líquido por debajo de la cuajada 0.5 a 1 ml de solución de almidón. Observar el color inmediatamente. Determinar la concentración de cloro disponible según la tabla siguiente.

TABLA DE REACCIONES DE LAS DISTINTAS PRUEBAS

Concentración Cloro disponible	1000 ppm	500 ppm	200 ppm	100 ppm	40 ppm	20 ppm
PRUEBA I	Pardo amarillento	Amarillo intenso	Amarillo pálido difuso	-	-	-
PRUEBA II	Pardo amarillento	Amarillo intenso	Amarillo claro	-	-	-
PRUEBA III	Pardo amarillento	Amarillo intenso	Amarillo	Amarillo	Amarillo pálido	Amarillento
PRUEBA IV	Azul Violáceo	Azul Violáceo	Azul Violáceo	Rojo Violáceo	Rojo Violáceo	Rojo Violáceo pálido

IDENTIFICACION DE AGUA OXIGENADA

Material

Tubo de ensayo de 16 x 150 mm

Reactivos

Solución de pentóxido de vanadio al 1% m/v en ácido sulfúrico diluído

El ácido sulfúrico diluído se prepara agrgando cuidadosamente 6 ml de ácido sulfúrico (95

– 98% de pureza) a 94 ml de agua

Procedimientos

En un tubo de ensayo colocar 10 ml de muestra, agregar 10 a 20 gotas del reactivo.

Observar el color.

Interpretación

La aparición de un color curuba (salmón) indica la presencia de agua oxigenada

Una coloración amarillenta igual al reactivo es negativa

Preparar un testigo negativo con leche pura fresca

Preparar un testigo positivo con leche pura y fresca adicionada de agua oxigenada

7.1.1

7.1.2 NEUTRALIZANTES

IDENTIFICACION DE NEUTRALIZANTES

Prueba confirmativa

Material

Tubos de ensayo de 16 x 150 mm

Mechero

Reactivos

Solución acuosa de oxalato de potasio al 30% m/v

Solución de fenolftaleína al 2% en alcohol etílico de 95° G.L.

Procedimiento

En un tubo de ensayo colocar 5 ml de leche, acentar hasta su ebullición durante 3 minutos con agitación. Enfriar. Agregar 5 gotas de la solución de oxalato de potasio, agitar bien. Agregar 5 gotas de la solución de fenolftaleína, sin agitar.

Interpretación

La coloración rosada indica la presencia de alcalinizantes en la leche. Efectuar la prueba con un testigo negativo consistente en leche pura fresca y un testigo positivo consistente en leche pura fresca neutralizada.

PRUEBA DE FOSFATASA

Material

Tubos de ensayo de 16 x 150 mm

Tapones de caucho

Baño maría 37° C +/- 1° C termostatado

Pipetas de 1 ml

Pipetas de 5 ml

Toda la vidriería debe estar escrupulosamente limpia

Reactivos

7.1.2.1 Solución tampón

Carbonato de sodio anhídrido R.A. 3.5 g

Bicarbonato de sodio R.A. 1.5 g

Agua destilada C.S.P. 1000 ml

7.1.2.2 Substrato tampón

Colocar 0.15 g de p-nitrofenil fosfato disódico, en un balón volumétrico de 100 ml y completar a la marca con al solución tampón. Este reactivo puede conservarse hasta una semana en envase protegida de la luz; deseche la solución si está ligeramente coloreada.

Procedimiento

Colocar 5 ml de la solución de substrato tampón en un tubo de ensayo, tapar y llevar a 37° C en baño maría (aproximadamente 3 minutos). Agregar 1 ml de leche, tapar y mezaclar bien; incubar por dos horas a 37° C. Luego retirar los tubos del baño maría y observar inmediatamente el color.

Interpretación de los resultados

Si el color de la muestra se mantiene inalterado (igual al del blanco) la prueba es negativa para fosfatasa. Si la muestra presenta color amarillo de intensidad variable, la prueba es positiva para fosfatasa. El testigo positivo debe presentar coloración amarillo intenso.

Observaciones

Es necesario medir 1 ml de leche

El p-nitrofenil fosfato disódico debe conservarse en frasco bien tapado, al abrigo de la luz y en nevera

PRUEBA DE PEROXIDASA

Material

Tubo de ensayo de 16 x 150 mm

Reactivos

Solución de Guayacol:

Guayacol de una pureza mínima del 99%	2 g
Alcohol etílico de 75° G.L.	80 ml
Solución acuosa de fenol al 3%	20 ml

La solución debe ser incolora, conservar en frasco ambar en nevera

Solución de agua oxigenada al 0.3%, recientemente preparada

Agua oxigenada, estabilizada y de 30% de concentración	1 ml
Agua destilada C.S.P.	100 ml

Conservar el reactivo en frasco ambar en nevera

Testigos

Efectuar la prueba con leche hervida durante 2 minutos, testigo negativo y leche cruda fresca testigo positivo.

Procedimiento

En un tubo de ensayo colocar 3 ml de leche preparada. Agregar 10 gotas de la solución de Guayacol. Agitar. Esperar un minuto. Observar el color. Agragar 5 gotas de la solución de agua oxigenada. Observar el color.

Interpretación

Si en el lapso comprendido entre la adición del primer reactivo y el segundo aparece coloración curuba (salmón), indica la presencia de agua oxigenada y de peroxidasa.

Si después de la adición del segundo reactivo, aparece por debajo de la superficie de la leche un anillo de color curuba (salmón), indica la presencia de peroxidasa. Esperar 5 minutos después de la adición del agua oxigenada.

7.2

7.3

7.4 MANUAL MICROBIOLÓGICO DE LA LECHE

RECuento DE MESOFILOS

Conocido también como método estándar de recuento en placa por siembra en profundidad. Es el recuento indicador más amplio y general en alimentos, ya que incluye todos los géneros aerobios y facultativos que crecen en medios simples a una temperatura entre 20 – 45° C.

Este recuento se considera como indicador del grado de contaminación de los alimentos en cualquier etapa del proceso de producción, también se utiliza como indicador de la vida útil de un producto.

Equipo y material

Cajas de petri 100 x 15 mm (estériles)

Pipetas de 1 ml estériles

Baño de agua 45 – 50° C

Incubadora a 35° C +/- 2° C

Contador de colonias

Agar peptona de caseína – glucosa extracto de levadura (agar Plate Count)

Técnica

Preparar la muestra y las diluciones de los homogenizados

Transferir por duplicado, alícuotas de 1 ml de cada una de las diluciones en cajas de petri estériles

Inmediatamente verter en las cajas de 10 a 15 ml de agar plate count, fundido y mantenido a 45 – 50° C.

Inmediatamente mezclar el inóculo con el medio fundido

Incubar a 35° C durante 48 horas.

Contar todas las colonias de cada caja y multiplicar por el factor de dilución.

NUMERO MAS PROBABLE DE COLIFORMES TOTALES

Este grupo de microorganismos que comprende varios géneros de la familia *Enterobacteriaceae* esta ampliamente distribuida en la naturaleza, agua y suelo, pero también es habitante normal del tracto intestinal del hombre y animales de sangre caliente. Su presencia en alimentos es signo de mala calidad higiénica en el proceso, falta de higiene de los manipuladores, recontaminación después del proceso y aún de contaminación fecal.

Equipo y material

Pipetas de 1 ml

Caldo lactosado bilis verde brillante al 2% volúmenes de 10 ml, en tubos de 180 x 15 mm, conteniendo tubos de fermentación de Durham invertidos (50 x 10 mm)

Agar eosina azul de metileno

Agar cristal violeta rojo neutro bilis

Incubadora 35° C

Asa de inoculación

Técnica

7.4.1.1 Prueba presuntiva

Preparar las muestras y las diluciones de los homogenizados

Pipetear 1 ml de cada una de las diluciones en tubos de caldo lactosado bilis verde brillante al 2%, utilizando tres tubos por dilución

Incubar los tubos a 35° c por 24 – 48 horas

Pasadas las 48 horas, anotar los tubos que muestren producción de gas, que se observa por el desplazamiento del medio en el tubo de Durham

7.4.1.2 Prueba confirmativa

Confirmar que los tubos con producción de gas en caldo lactosado bilis verde brillante al 2% de la prueba presuntiva, son positivos a organismos del grupo coliforme, sembrando por estría una asada de cada uno de los tubos en la superficie de una caja de petri con agar eosina azul de metileno o violeta rojo bilis agar.

Incubar a 35° C por 24 horas

Pasado este tiempo se hace la lectura de las colonias típicas de coliformes

Anotar el número de tubos confirmados como positivos para organismos coliformes en cada dilución

Para obtener el NMP buscar en la tabla y anotar el resultado correspondiente al número de tubos positivos de cada dilución.

NUMERO MAS PROBABLE DE COLIFORMES FECALES

Es necesario diferenciar los coliformes de origen fecal, procedentes del intestino del hombre y de los animales de sangre caliente.

Equipo y material

Asa de inoculación

Baño de agua con agitación a 45° C +/- 0.5° C

Caldo lactosado bilis verde brillante al 2%, volúmenes de 10 ml en tubos de 180 x 15 mm, conteniendo tubos de fermentación de Durham invertidos (50 x 10 mm).

Caldo triptófano, volúmenes de 5 ml

Reactivo de Kovacs

Técnica

Test de Mac – Kenzie

A partir de los tubos positivos en la producción de gas del NMP de coliformes totales, transferir de cada tubo una asada de cultivo en:

- a. Caldo lactosado bilis verde brillante 2% conteniendo tubo de fermentación de Durham.

b. Caldo indol

Incubar los tubos a 45° C por 48 horas en el baño del agua.

Leer los test de Mac – Kenzie como sigue:

- a. Observar la producción de gas en el caldo lactosado bilis verde brillante 2%
- b. Revelar el caldo indol, adicionando 0.2 ml del reactivo de Kovacs, agitar suavemente y observar la presencia de un anillo rojo cereza en la superficie de la capa de alcohol amílico cuando la prueba es positiva, o el color original del medio cuando la prueba es negativa.

Considerar como coliformes fecales los que demuestren positividad en ambas pruebas:

Gas: Positivo

Indol: Positivo

Confrontar los resultados con la tabla del NMP

Expresar los resultados como NMP de coliformes fecales/g o ml según el producto.

BIBLIOGRAFIA

1. **ACKERS M.**, An outbreak of *Yersinia enterocolitica* 0:8 infections associated with pasteurized milk, J – Infect – Dis, 2000 May; 181 (5): 1834 – 7.
2. **ALAIS CH.**, Ciencia de la leche, Ed. Reverte, 1990.
3. **AMSTRONG G.**, Towards integrated hygiene and food safety management systems: the hygienomic approach, Int-J-Food-Microbiol, 1999 Sep 15; 50 (1-2): 12-24.
4. **ASCENZI J.**, Handbook of Disinfectants and Antiseptics. Ed. Marcel Dekker, New York, 1996.
5. **AUSTIN J.**, Development of bacterial biofilms in dairy processing lines, J-Dairy-Res, 1995 Aug; 62 (3): 509-19.
6. **BAIRD P.**, Principles of predictive food microbiology: Changing Perspective in Applied Microbiology. Society for Applied Bacteriology, Journal of Applied of Bacteriology N° 16, 1987, 43s- 49s
7. **BARNES L.M.**, Effect of milk proteins on adhesion of bacteria to stainless steel surfaces, Applied and Environmental, Vol. 65, N°10, Oct 1999, pág 4543 – 4548.
8. **BARRETT N.**, Contribution of the lactoperoxidase system to the keeping quality of pasteurized milk, J Dairy Res, 1999 Feb; 66 (1): 73 – 80.
9. **BEERENS H.** Guia práctica para el análisis microbiológico de la leche. Ed Acribia S. A, Zaragoza-España.1991.
10. **BOURGEOUS C.**, Microbiología alimentaria. Ed Acribia S. A, Zaragoza – España.1994.
11. **BRYAN F.**, Evaluaciones por análisis de peligros en puntos críticos de control. OMS, 1992.
12. **CODEX A.**, Directrices HACCP, Sección 1.1 Volumen 1B – 1995.
13. **COMISION INTERNACIONAL DE ESPECIFICACIONES MICROBIOLÓGICAS PARA LOS ALIMENTOS (ICMSF)**, El sistema de análisis de riesgos y puntos críticos, Ed. Acribia, Zaragoza – España, 1991.
14. **ELEY A.**, Intoxicaciones alimentarias de etiología microbiana, Ed. Acribia, Zaragoza – España. 1994
15. **ELIOTT R.**, Microorganismo de los alimentos. Ed. Acribia S. A. Zaragoza, - España,1996.
16. **EZPELETA C.**, Estudio multicéntrico de la actividad antibacteriana de un desinfectante, Rev Esp Quimioterap, junio 1995; Vol .8(2); 118-124.
17. **FAO**, Manual correspondiente al módulo 1 control, higiene y manejo de la leche, 1991.
18. **FDA**, Guia para la inspección de la validación de procesos de limpieza, 1993, Mexico
19. **FDA**, Hazard analysis and critical control point (HACCP) pilot program for selected food manufacturers. Interim report of observation and coments, 19 June, 1996.
20. **FRAZIER W.**, Microbiología de alimentos, Ed Acribia S. A, Zaragoza-España,1993

21. **GARDNER I.**, Testing to fulfill HACCP requirements: principles and examples, Journal Dairy Science, 1997 Dec; 80 (12): 3453-7.
22. **GOGOV I.**, Psychotropic microorganisms in raw and pasteurized milk, Vet Med Nauki 1990, 17(3): 100-6
23. **GRUETMACHER TJ.**, Identification and control of processing variables that affect the quality and safety of fluid milk, J Food Prot, 1999 Jun; 62 (6): 625 – 31.
24. **HAYES P.**, Microbiología e higiene de los alimentos, Ed. Acribia, Zaragoza – España, 1993.
25. **INVIMA**, Manual de técnicas, análisis y control de la calidad microbiológica.
26. **JARAMILLO M.**, Principios de procesamiento y control de calidad de leches, Universidad Nacional, Bogotá, Colombia, 1996.
27. **JEFFERIES J.**, HACCP in easy terms the only true way for protection, Health Food Service, 1994 Oct – Nov; 4 (4): 20, 22.
28. **KIM – KANG H.**, Volatiles in packaging materials, Crit Rev Food Sci Nutr 1990; 29 (4): 255 –71.
29. **KVENBERG J.**, Use of microbial data for hazard analysis and critical point verification FDA perspective, J-Food-Prot, 2000 Jun; 63 (6): 810-4.
30. **LOPEZ A.**, Critical control points in the pasteurized milk processing fluxogram, Arch Latinoam – Nutr. 1997 Dec; 47 (4): 367- 71.
31. **MINISTERIO DE SALUD**, Disposiciones sanitarias, Bogotá-Colombia, 1983.
32. **MORENO B.**, Microorganismos de los alimentos, Ed. Zaragoza – España, 1992.
33. **MOSSEL DA.**, Public health implication of refrigerated pasteurized foods, Int J Food Microbiol 1991 Jul; 13 (3): 187 –206.
34. **NATIONAL ADVISORY COMMITTEE ON MICROBIOLOGICAL CRITERIA FOR FOODS (NACMCF)**, HACCP principles and application guidelines, 14 August, 1997.
35. **NIÑO L.**, Análisis físico químico y microbiológico de la leche, Ministerio de Salud, Bogotá-Colombia, 1989.
36. **PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA**, Segundo Congreso de Microbiología Industrial, Bogotá - Colombia, 2000.
37. **RAVANIS S.**, Observations on the effect of raw milk quality on the keeping quality of pasteurized milk, (1995), Letters in Applied Microbiology; 20, 164 –167.
38. **REITER B.**, The preservation of refrigerated and uncooked milk by its natural lactoperoxidase system. Dairy Industries International 47,13-19, 1990.
39. **ROBINSON R.**, Microbiología lactológica, Ed. Acribia, Zaragoza- España, 1990.
40. **ROMERO C.**, Improved method for purification of bacterial DNA from bovine milk for detection of *Brucella* sp. by PCR, Applied and Environmental, vol 65, agus 1999, pag. 3735-3737.
41. **ROMERO J.**, Puntos Críticos, Ed. Corporación colombiana internacional, Bogotá Colombia, 1996.
42. **ROZO C.**, HACCP, Ed. ACTA, N° 1, Junio 1998.
43. **RUSSEL A.**, Bacterial resistance to disinfectants: present knowledge and future problems, J – Hosp – Infect. 1999, Dec; 43 Suppl: S57 – 68.
44. **RUTALA W.A.**, Antiseptics and disinfectants: Safe and effective? Infect Control, 1994; 8: 501-506.

45. **SCHOTHORST V.**, Establishment of microbiological safety criteria for foods in international trade, *World-Health-Stat-Q*, 1997; 50 (1-2); 119-23.
46. **SETIABUHDI M.**, Integrating Hazard Analysis and Critical Control Point (HACCP) and Sanitation for verifiable food safety, *J-Am-Diet-Assoc*, 1997 Aug, 97(8), 889-91.
47. **SMITH J.A.**, A Modified Swabbing Technique for Validation of Detergent Residues in Clean in place Systems, *Pharm. Technol.* 16 (1), 60-66, 1992.
48. **SOUZA A.**, Pontos críticos de controle no fluxograma de beneficiamento do leite pasteurizado, *Arch-Latinoam-Nutr*, Dec 1997, Vol 47; N°4; 367-371.
49. **SPREER E.**, *Lactología técnica*, Ed. Acribia, 1991.
50. **STEELE J.**, History, trends, and extent of pasteurization, *J-Am-Vet-Med-Assoc*, 2000 Jul 15/ 217 (2), 175-8.
51. **SWANSON K.**, Industry perspectives on the use of microbial data for hazard analysis and critical control point (HACCP) validation and verification, *J-Food-Prot*, 2000 Jun; 63 (6): 815-8.
52. **SZWARC BORT L.**, Calidad microbiológica de cremas pasterizadas elaboradas en Venezuela, *Arch-Latinoam-Nutr*, 1999 Mar; 49 (1) 76-80
53. **TAYLOR J.**, A comparison of the bactericidal efficacy of 18 disinfectans used in the food industry against *Escherichia coli* 0157:H7 and *Pseudomonas aeruginosa* at 10 and 20 degrees c., *J- Appl – Microbiol.* 1999 Nov; 87(5): 718 – 25.
54. **VARNAN A.**, *Leche y productos lácteos*, Ed. Acribia, Zaragoza- España, 1995.
55. **VEISSEYRE R.**, *Lactología Técnica*, Ed. Acribia, 1991.
56. **WARRINER K.**, Inactivation of *Bacillus subtilis* spores on packaging surfaces by U.V. excimer laser irradiation, *J Appl Microbiol* 2000 Apr; 88 (4): 678 –85.
57. **WILDE R.** *Leche y productos lácteos, vaca, cabra, oveja.* Ed Acribia S. A, Zaragoza-España.1991.
58. **ZAPATA M.**, Organochlorine pesticide residues in cow's milk, Nicaragua, *Bol – oficina- Saint – Panam*, 1996 June; 120 (6): 483 – 90.