



Universidad de San Carlos de Guatemala  
Facultad de Ingeniería  
Escuela de Ingeniería Química

**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE PRÁCTICAS OPERATIVAS ESTANDARIZADAS  
SANITARIAS POES QUE GARANTIZAN LA INOCUIDAD DE LOS PRODUCTOS  
ELABORADOS EN UNA INDUSTRIA LÁCTEA DE ACUERDO AL REGLAMENTO TÉCNICO  
CENTROAMERICANO RTCA 67.04.50:08**

**Karen Victoria Legrand Morales**

Asesorado por la Inga. Hilda Piedad Palma de Martíni

Guatemala, mayo de 2013

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE PRÁCTICAS OPERATIVAS ESTANDARIZADAS  
SANITARIAS POES QUE GARANTIZAN LA INOCUIDAD DE LOS PRODUCTOS  
ELABORADOS EN UNA INDUSTRIA LÁCTEA DE ACUERDO AL REGLAMENTO TÉCNICO  
CENTROAMERICANO RTCA 67.04.50:08**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
POR

**KAREN VICTORIA LEGRAND MORALES**  
ASESORADO POR LA INGA. HILDA PIEDAD PALMA DE MARTÍNI

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERA QUÍMICA**

GUATEMALA, MAYO DE 2013

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno
VOCAL II	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL III	Inga. Elvia Miriam Ruballos Samayoa
VOCAL IV	Br. Walter Rafael Véliz Muñoz
VOCAL V	Br. Sergio Alejandro Donis Soto
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. César Alfonso García Guerra
EXAMINADOR	Ing. Victor Manuel Monzón Valdez
EXAMINADOR	Ing. Victor Herberth de León Morales
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

## HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE PRÁCTICAS OPERATIVAS ESTANDARIZADAS  
SANITARIAS POES QUE GARANTIZAN LA INOCUIDAD DE LOS PRODUCTOS  
ELABORADOS EN UNA INDUSTRIA LÁCTEA DE ACUERDO AL REGLAMENTO TÉCNICO  
CENTROAMERICANO RTCA 67.04.50:08**

Tema que me fuera aprobado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Química, con fecha 29 de mayo de 2012.



**Karen Victoria Legrand Morales**

Guatemala, 08 de noviembre de 2012

**Ingeniero**  
Victor Monzon  
Director de escuela de ingeniería química  
Facultad de ingeniería  
Presente

Ingeniero Victor Monzon

Atentamente me dirijo a usted para notificar la colaboración en el asesoramiento y revisión del informe final del trabajo de graduación de la estudiante Karen Victoria Legrand Morales identificada con número de carnet 1999-11450 titulado: **“Diseño e implementación de practicas operativas estandarizadas sanitarias POES que garantizan la inocuidad de los productos elaborados en una industria láctea de acuerdo al reglamento técnico centroamericano RTCA 67.04.50:08”**

Sin otro particular,

Respetuosamente,



Ingeniera química Hilda Palma

Colegiado no. 453

**INGA. HILDA PALMA DE MARTINI**  
**COLEGIADO No. 453**



**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA**

Guatemala, 25 de febrero de 2013  
Ref. EI.Q.TG-IF.010.2013

Ingeniero  
**Víctor Manuel Monzón Valdez**  
DIRECTOR  
Escuela Ingeniería Química  
Facultad de Ingeniería

Estimado Ingeniero Monzón:

Como consta en el Acta TG-017-2012-IF le informo que reunidos los Miembros de la Terna nombrada por la Escuela de Ingeniería Química, se practicó la revisión del:

**INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADUACIÓN**

Solicitado por la estudiante universitaria: **Karen Victoria Legrand Morales**

Identificada con número de carné: **1999-11450**

Previo a optar al título de INGENIERA QUÍMICA.

Siguiendo los procedimientos de revisión interna de la Escuela de Ingeniería Química, los Miembros de la Terna han procedido a **APROBARLO** con el siguiente título:

**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE PRÁCTICAS OPERATIVAS ESTANDARIZADAS  
SANITARIAS POES QUE GARANTIZAN LA INOCUIDAD DE LOS PRODUCTOS ELABORADOS  
EN UNA INDUSTRIA LÁCTEA DE ACUERDO AL REGLAMENTO TÉCNICO  
CENTROAMERICANO RTCA 67.04.50:08**

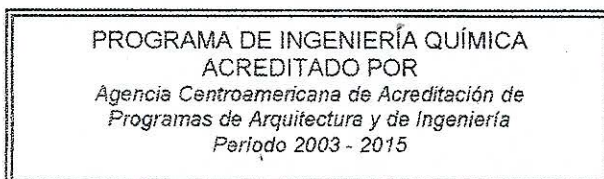
El Trabajo de Graduación ha sido asesorado por la Ingeniera Química: **Hilda Palma de Martini**.

Habiendo encontrado el referido informe final del trabajo de graduación **SATISFACTORIO**, se autoriza al estudiante, proceder con los trámites requeridos de acuerdo a las normas y procedimientos establecidos por la Facultad para su autorización e impresión.

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"

Ing. Pablo Enrique Morales Paniagua  
COORDINADOR DE TERNA  
Tribunal de Revisión  
Trabajo de Graduación

C.c.: archivo



**ACAAI**

Agencia Centroamericana de Acreditación de  
Programas de Arquitectura y de Ingeniería



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA

Ref.EIQ.TG.113.2013

El Director de la Escuela de Ingeniería Química de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor y de los Miembros del Tribunal nombrado por la Escuela de Ingeniería Química para revisar el Informe del Trabajo de Graduación de la estudiante, **KAREN VICTORIA LEGRAND MORALES** titulado: **"DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE PRÁCTICAS OPERATIVAS ESTANDARIZADAS SANITARIAS POES QUE GARANTIZAN LA INOCUIDAD DE LOS PRODUCTOS ELABORADOS EN UNA INDUSTRIA LÁCTEA DE ACUERDO AL REGLAMENTO TÉCNICO CENTROAMERICANO RTCA 67.04.50:08"**. Procede a la autorización del mismo, ya que reúne el rigor, la secuencia, la pertinencia y la coherencia metodológica requerida.

  
Ing. Víctor Manuel Monzón Valdez  
DIRECTOR  
Escuela de Ingeniería Química



Guatemala, mayo 2013

Cc: Archivo  
VMMV/ale

PROGRAMA DE INGENIERÍA  
QUÍMICA ACREDITADO POR  
Agencia Centroamericana de Acreditación de  
Programas de Arquitectura y de Ingeniería  
Periodo 2013 - 2015





El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Química, al trabajo de graduación titulado: **DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE PRÁCTICAS OPERATIVAS ESTANDARIZADAS SANITARIAS POES QUE GARANTIZAN LA INOCUIDAD DE LOS PRODUCTOS ELABORADOS EN UNA INDUSTRIA LÁCTEA DE ACUERDO AL REGLAMENTO TÉCNICO CENTROAMERICANO RTCA 67.04.50:08**, presentado por la estudiante universitaria **Karen Victoria Legrand Morales**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos  
Decano



Guatemala, mayo de 2013

/cc



## **AGRADECIMIENTOS A:**

### **Dios**

Por ser mi guía y protección, por su amor incondicional que me ha acompañado en los momentos más difíciles del camino de la vida, haciendo más ligeras mis cargas y por incontables bendiciones derramadas sobre mí que el día de hoy me permiten alcanzar una de mis más anheladas metas.

### **La Virgen María**

Por su enseñanza de amor y ternura, de fortaleza y fe.

### **Mis padres**

Eduardo Legrand y Victoria Morales por creer en mí, por su amor y apoyo a lo largo de mi carrera, por acompañarme y compartir conmigo mis desiluciones y alegrías, este triunfo también es suyo, los quiero mucho.

### **Mis hermanas**

Karla y Karina Legrand por ser mis mejores amigas, gracias por tantas risas compartidas y lágrimas consoladas han sido de bendición para mí vida las quiero mucho.

### **Blaymiro Santos**

Gracias por tu cariño y apoyo, has sido pieza fundamental en la cosecha de mis triunfos Dios te bendiga Blay, gracias.

**Mi novio**

Antonio González, por su amor y apoyo incondicional, y por regalarle tantos momentos de alegría a mi vida, espero poder corresponderte de igual manera, te quiero mucho Tono.

**Mi cuñado y sobrinos**

Abner Urizar, has sido como un hermano para mí, gracias por tu cariño y apoyo.

Sarita y Marcos Urizar Legrand, mis angelitos hermosos, gracias por expresarme tanto amor me hacen sentir muy especial, los quiero con todo mi corazón.

**Mis abuelos**

Abuela querida Cristy de Morales has sido ejemplo de abnegación, esfuerzo y amor, se que al igual que mis padres has confiado en mí en todo momento, abuelos, Francisco Morales, Graciela de Legrand y Eduardo Legrand se que desde el cielo están celebrando mi triunfo, los quiero mucho.

**Mi madrina de graduación**

Lorena Paredes eres un ángel que Dios puso en nuestra familia, gracias por el cariño y apoyo a mi mamá en los momentos más difíciles, eres una mujer ejemplar, gracias Loren.

**Mis tíos y primos**

Por estar pendientes en todo momento de mi desarrollo personal y profesional, gracias por el cariño expresado en todo momento.

**La familia González del Cid**

Gracias por todas sus muestras de cariño a lo largo de estos años que hemos compartido.

**Mis amigos**

Por su apoyo, cariño y por tantos momentos gratos compartidos.

**Industrias Lácteas, S.A.**

Por permitirme desempeñarme en el campo de la ingeniería química aportando los conocimientos adquiridos a lo largo de mi carrera y reforzándolos con la práctica.

**Universidad San Carlos de Guatemala**

Especialmente a la Facultad de Ingeniería Química por proporcionarme las herramientas que me han permitido desarrollarme en el ámbito profesional, y me brinda la oportunidad de alcanzar nuevas metas.

**Mi asesora de tesis**

Inga. Hilda Palma por su colaboración y apoyo que me permitieron lograr alcanzar esta meta, muchas gracias.

**Ing. Fernando Martínez**

Ingeniero, gracias por su apoyo guía y enseñanza en mi desarrollo como profesional de la carrera de ingeniería química, gracias por motivarme a alcanzar esta meta.



## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	V
LISTADO DE SÍMBOLOS.....	IX
GLOSARIO.....	XIII
RESUMEN.....	XVII
OBJETIVOS .....	XIX
INTRODUCCIÓN.....	XXI
1. LA LECHE Y SUS DERIVADOS .....	1
1.1. El yogurt .....	1
1.1.1. Proceso de elaboración del yogurt.....	2
1.1.2. Efectos y beneficios del yogurt.....	4
2. CONTAMINACIÓN EN LA LECHE Y SUS DERIVADOS.....	5
3. LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN EN UNA PLANTA DE LÁCTEOS .....	7
3.1. Tipo de suciedad o residuo en una industria láctea .....	8
3.2. Métodos de limpieza comunes en una industria láctea .....	9
3.2.1. Limpieza manual.....	9
3.2.2. Limpieza fuera de lugar C.O.P.....	10
3.2.3. Limpieza por presión.....	10
3.2.4. Limpieza con espuma .....	11
3.2.5. Limpieza automática CIP (Clean in place).....	12
3.2.5.1. Tipos de sistemas de limpieza CIP.....	12
3.2.5.2. Aplicación de sistemas de limpieza CIP .....	16

	3.2.5.3. Etapas de sistema de limpieza	
	CIP .....	17
4.	SELECCIÓN DE DETERGENTES PARA LIMPIEZAS EFICACES .....	19
4.1	Clasificación de los detergentes .....	20
5.	IMPORTANCIA DE LA DOCUMENTACIÓN EN EL ASEGURAMIENTO DE CALIDAD DE LOS PRODUCTOS ALIMENTICIOS .....	23
6.	INOCUIDAD ALIMENTARIA.....	25
7.	BUENAS PRÁCTICAS DE MANUFACTURA.....	27
8.	PROCEDIMIENTOS ESTÁNDAR DE OPERACIÓN (SOP) .....	29
9.	PROCEDIMIENTOS ESTANDARIZADOS DE LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN (POES) .....	31
10.	MARCO EXPERIMENTAL.....	33
10.1.	Objetivos.....	33
10.2.	Campo de estudio .....	33
10.3.	Definición de equipos y área a limpiar en la planta procesadora de yogurt en estudio .....	34
10.4.	Definición de tipo de suciedad a limpiar en los equipos y superficies que conforman la planta procesadora de yogurt en estudio.....	35
10.5.	Métodos de limpieza y desinfección a emplear en cada área de la planta procesadora de yogurt .....	38

10.6.	Diagramas de diseño y procesos de limpieza CIP a evaluar en la planta procesadora de yogurt en estudio.....	39
10.7.	Metodología para medir los parámetros de caudal, tiempo, concentración y temperatura en los circuitos de limpieza CIP .....	44
10.7.1.	Determinación del caudal requerido en un sistema de limpieza CIP.....	44
10.7.2.	Determinación de las concentraciones de las soluciones de limpieza a utilizar en circuitos CIP de la planta de yogurt.....	46
10.7.3.	Rectificación de tiempos y temperaturas utilizados en los circuitos de limpieza CIP en la planta procesadora de yogurt.....	47
10.8.	Determinación de la calidad de agua disponible en la planta de yogurt para el proceso de limpieza.....	47
10.9.	Validación de procesos de limpieza y desinfección eficaces .....	49
11.	IMPLEMENTACIÓN DE POES EN EL PROCESO DE YOGURT DE LA PLANTA EN ESTUDIO .....	51
11.1.	Procedimientos de limpieza y desinfección evaluados para la planta de yogurt en estudio.....	53
11.2.	Formatos de control de limpieza y desinfección.....	61
11.3.	Programas de muestreo microbiológico de acuerdo a los lineamientos que establece el Reglamento Técnico Centroamericano de Criterios Microbiológicos RTCA 67.04.50:08. ....	67
11.4.	Formatos de supervisión preoperacionales para liberación de líneas y cumplimiento adecuado de BPM .....	71

CONCLUSIONES ..... 73  
RECOMENDACIONES ..... 75  
BIBLIOGRAFÍA ..... 77  
APÉNDICES ..... 79



## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

1.	Flujo laminar y turbulento .....	12
2.	Diseño de un sistema de limpieza CIP en un tanque .....	13
3.	Diseño de un sistema de limpieza CIP de reuso .....	16
4.	Programa estándar de limpieza CIP .....	18
5.	Lineamientos básicos de las Buenas Prácticas de Manufactura .....	28
6.	Aspectos básicos de los procedimientos estándar de limpieza y desinfección .....	32
7.	Diagrama de proceso de la planta de yogurt en estudio... ..	34
8.	Tipos de suciedad posibles en una industria láctea.....	36
9.	Diagrama de diseño de limpieza CIP para el área de fermentación de yogurt.....	39
10.	Diagrama de diseño de limpieza CIP para el área de pasteurización y preparación de mezcla cruda almix .....	41
11.	Diagrama de diseño de limpieza CIP para el área de tanques de enfriamiento de yogurt.....	42
12.	Diagrama de diseño de limpieza CIP para el área de tanques de mezcla de yogurt.....	43
13.	Diagrama de planta de tratamiento de agua en la procesadora de yogurt.....	48
14.	Procedimiento de limpieza y desinfección área almix.....	53
15.	Procedimiento de limpieza y desinfección tanques de fermentación .....	54



16.	Procedimiento de limpieza y desinfección área módulos de mezcla .....	55
17.	Procedimiento de limpieza y desinfección área de pasteurización .....	56
18.	Procedimiento de limpieza y desinfección área de tanques de enfriamiento de yogurt .....	57
19.	Procedimiento de limpieza y desinfección área de envasadoras de yogurt Primos.....	58
20.	Procedimiento de limpieza y desinfección para mesas de trabajo .....	59
21.	Procedimiento de limpieza y desinfección para techos de área de producción .....	60
22.	Formato de control de circuito de limpieza área de pasteurización .....	61
23.	Formato de control de circuito de limpieza en áreas de módulos, tanques de enfriamiento y tanques de fermentación... ..	62
24.	Control de potabilidad del agua .....	63
25.	Formato de control limpieza de techos y paredes .....	64
26.	Diagrama con descripción de las áreas a incluir en el programa de limpieza de techos, lámparas y paredes .....	65
27.	Programa de muestreo de hisopados para la determinación de <i>E. coli</i> y <i>coliformes totales</i> .....	68
28.	Formato de control para recuento de <i>mohos</i> y <i>levaduras</i> en yogurt envasado de acuerdo a los valores que establece el RTCA 67.04.50:08 .....	69
29.	Formato de control para <i>coliformes totales</i> y <i>E. coli</i> en yogurt envasado de acuerdo a los valores que establece el RTCA 67.04.50:08.....	70
30.	Formato de revisión de cumplimiento del personal de BPM .....	71
31.	<i>Check list</i> preoperacional.....	72

## TABLAS

I.	Composición de la leche (por cada 100 gramos).....	1
II.	Residuos típicos en la industria láctea .....	8
III.	Razones de la importancia de la documentación para una empresa de alimentos.....	24
IV.	Definición de los tres riesgos asociados a los alimentos .....	26
V.	Información necesaria en un procedimiento estándar de operación .....	30
VI.	Apariencia física de los posibles residuos lácteos .....	36
VII.	Cantidad de residuo lácteo de acuerdo a la temperatura de la superficie en contacto .....	37
VIII.	Estimación de residuo lácteo a remover en cada área a limpiar y desinfectar de la planta procesadora de yogurt en estudio .....	37
IX.	Métodos de limpieza y desinfección a utilizar en los equipos de proceso e instalaciones de la planta procesadora de yogurt .....	38
X.	Procedimiento CIP para el área de fermentación de yogurt .....	40
XI.	Procedimiento CIP para el área almix y área de pasteurización .....	42
XII.	Procedimiento de limpieza CIP para el área de tanques de enfriamiento .....	43
XIII.	Procedimiento de limpieza CIP para el área de tanques de mezcla. ....	44
XIV.	Medición experimental de caudales en áreas a limpiar por metodología CIP en la planta de yogurt .....	46
XV.	Recuentos microbiológicos de <i>mohos</i> y <i>levaduras</i> en hisopados de superficie de puntos críticos dentro del proceso de yogurt .....	49
XVI.	Recuentos microbiológicos de <i>coliformes totales</i> y <i>E. Coli</i> en hisopados de superficie puntos críticos dentro del proceso de yogurt... ..	50



## LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
<b>HACCP</b>	Análisis de puntos críticos de control
<b>A</b>	Área transversal de tubería (m <sup>2</sup> )
	Armado de equipo
<b>BPM</b>	Buenas Prácticas de Manufactura
<b>Q</b>	Caudal (m <sup>3</sup> /s)
<b>CITA</b>	Centro Nacional de Ciencia y Tecnología de Alimentos
	Circuito de solución alcalina



Circuito de solución ácida desinfectante



Desarmado de piezas en máquina

**FAO**

Food and Agriculture Organization

**FDA**

Food and Drug Administration



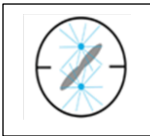
Indicador de uso de solución desinfectante de ácido peracético



Lavado manual con jabón

**MAG**

Ministerio de Agricultura y Ganadería



Operación de rociado de superficies



Operación de secado

<b>OMS</b>	Organización Mundial de la Salud
<b>SOP</b>	Procedimiento estándar de operación
<b>R</b>	Radio de tubería
<b>RTCA</b>	Reglamento Técnico Centroamericano
<b><math>\pi</math></b>	Signo griego pi, de valor 3.1416
	Símbolo cobertor de áreas
	Solución de cloro
	Uso de agua potable
<b>V</b>	Velocidad de flujo (m/s)





## **GLOSARIO**

<b>Almix</b>	Mezclador efectivo de hélice para preparación de mezclas en polvo y líquidas.
<b>ATP</b>	Es el compuesto que almacena la energía de todas las células vivas. Presente en los alimentos puede entre otras moléculas, dividirse en ATP no microbiano y microbiano. Un complejo enzimático empleado en la técnica, denominado luciferinluciferasa, convierte la energía química del ATP en luz a través de una reacción de óxido-reducción. La cantidad de luz generada mediante la reacción es directamente proporcional a la cantidad de ATP presente en la muestra que se pretende evaluar.
<b>Bacteriófagos</b>	Los bacteriófagos (fagos) son parásitos intracelulares obligados que se multiplican al interior de las bacterias, haciendo uso de algunas o todas sus maquinarias biosintéticas (p. ej., los virus que infectan bacterias).
<b>Inocuidad de producto</b>	Se define como la garantía de no hacer daño cuando sea preparado o ingerido de acuerdo a requisitos higiénico-sanitarios.

**Microorganismos Patógenos**

Son microorganismos capaces de penetrar y multiplicarse en otros seres vivos y que causan enfermedades en los seres humanos.

**Mohos y levaduras**

Son una variedad de hongos que se pueden encontrar formando parte de la flora normal de un alimento, o como agentes contaminantes y en los equipos higienizados inadecuadamente provocando el deterioro físico químico de estos, originando mal olor, alterando el sabor y el color en la superficie de los productos contaminados.

**POES**

Por sus siglas procedimientos operativos estandarizados de saneamiento, son un conjunto de normas que establecen las tareas de saneamiento necesarias para la conservación de la higiene en el proceso productivo de alimentos. Esto incluye la definición de los procedimientos de sanidad y la asignación de responsables.

**Probióticos**

Son microorganismos vivos, los cuales, al ser administrados en cantidades adecuadas, confieren efectos beneficiosos sobre la salud. Poseen la capacidad de sobrevivir al tránsito por el tracto gastrointestinal y de colonizar tanto el intestino delgado como el intestino grueso, favoreciendo el equilibrio del ambiente

ecológico bacteriano. Entre ellas están los Lactobacillus y las Bifidobacterias.

**Producto íntegro**

Término que se emplea para referirse a un producto alimenticio obtenido de forma natural que no ha sido alterado ni adulterado.

**Reglamento Técnico  
Centroamericano de  
Criterios Microbiológicos  
RTCA 67.04.50:08**

Es una legislación de valido para los países de Centroamérica que establece cuáles son los indicadores microbiológicos que se deben controlar de acuerdo a la naturaleza del producto, y los recuentos microbiológicos permitidos para que un producto pueda ser comercializado dentro del país de origen o exportado por los países de Centroamérica.

**Saneamiento**

Es el conjunto de conocimientos y técnicas que aplican los individuos para el control de los factores que ejercen o pueden ejercer efectos nocivos sobre su salud.



## RESUMEN

En diversos procesos productivos de alimentos, en especial en la producción de lácteos, es necesario mantener el crecimiento microbiano controlado para garantizar la calidad e inocuidad del producto lácteo que se está fabricando. Es indispensable que la planta productora de lácteos cuente con efectivos programas de limpieza y desinfección de instalaciones, equipos y superficies en contacto con el producto, ya que la razón de estas actividades es la de eliminar de las superficies, residuos del alimento y suciedad, y así reducir el número de microorganismos a un nivel que no de lugar a la alteración, física, química y organoléptica del producto; si se realizan con eficacia y en el momento apropiado, su efecto neto será la eliminación o el control de la población microbiana.

Un sistema adecuado de saneamiento no depende solamente de un diseño adecuado sino también de la implementación adecuada del diseño y para que la implementación del sistema de limpieza se realice de una manera eficiente y segura, es necesario contar con procedimientos operativos estandarizados de saneamiento (POES), ya que estos sistemas contemplan la ejecución de las tareas de saneamiento antes, durante y después del proceso de elaboración del producto lácteo.

El presente estudio describe el diseño y la implementación adecuada de sistemas operativos de saneamiento POES para una planta procesadora de yogurt al cumplir con los lineamientos que establece el Reglamento Técnico Centroamericano de Criterios Microbiológicos RTCA 67.04.50:08.

Para limpiezas y desinfecciones de equipo se evaluaron sistemas de limpieza CIP combinados con limpiezas manuales en áreas donde los equipos son desmontables o hay tanques abiertos de fácil acceso, o riesgos de puntos muertos como soldaduras, rajaduras o inclinaciones en la tubería.

Se establecieron métodos de medición de los 4 parámetros determinantes en una limpieza CIP que son: velocidad de flujo, temperatura del circuito de limpieza, concentración del químico a utilizar y tiempo de recirculación del químico.

Para determinar cuales eran los químicos apropiados a utilizar para la limpieza y desinfección de la planta procesadora de yogurt en estudio, se determinó que tipo de residuo se tenía la necesidad de eliminar en cada área del proceso de acuerdo a la naturaleza del producto que se fabrica por medio de bases teóricas y observaciones físicas.

La efectividad de los sistemas de limpieza propuestos se evaluaron por medio de análisis microbiológicos de hisopados de superficie en puntos críticos de la línea de proceso y análisis en producto terminado de los microorganismos *coliformes totales*, *E. coli*, *mohos* y *levaduras* que establece el Reglamento Técnico Centroamericano RTCA 67.04.50:08 para el yogurt.

Cumplir con los recuentos microbiológicos que establece el Reglamento Técnico Centroamericano RTCA 67.04.50:08 garantiza minimizar las fallas en la calidad de los productos por problemas de higiene, y brinda la posibilidad de ofrecer al consumidor un producto confiable y seguro para su consumo.

## **OBJETIVOS**

### **General**

Diseñar e implementar un sistema de limpieza y saneamiento en una planta procesadora de lácteos que garantice la inocuidad de los productos que se elaboran al cumplir con los criterios microbiológicos que establece el Reglamento Técnico Centroamericano en la norma RTCA 67.04.50:08

### **Específicos**

1. Identificar el microorganismo a eliminar considerando la naturaleza del tipo de producto lácteo que se fabrica y lo que establece el Reglamento Técnico Centroamericano de Criterios Microbiológicos RTCA 67.04.50:08.
2. Diseñar un proceso de limpieza de acuerdo a la calidad de agua disponible en la planta procesadora de yogurt.
3. Establecer métodos de medición de los parámetros que intervienen en un circuito de limpieza: tiempo, temperatura, caudal y químico de limpieza a utilizar.
4. Establecer métodos de análisis fisicoquímicos y microbiológicos que permitan verificar la eficacia de los procesos de limpieza diseñados de acuerdo a lo que establece el Reglamento Técnico Centroamericano de Criterios Microbiológicos RTCA 67.04.50:08.

5. Diseñar controles que permitan verificar el cumplimiento adecuado de los procedimientos de limpieza diseñados para las diferentes áreas de la planta procesadora de lácteos.



## INTRODUCCIÓN

La leche y sus derivados son consumidos por personas de todas las edades por su alto valor nutritivo ya que contiene todos los elementos necesarios para el crecimiento, como proteínas, carbohidratos, grasas, vitaminas y minerales. Por su alto consumo, la leche y sus derivados son alimentos de alto riesgo, porque son un excelente medio de crecimiento para microorganismos patógenos que pueden causar trastornos gastrointestinales e inclusive la muerte. Por ello es necesario que en las plantas procesadoras de lácteos se lleve un estricto control en las actividades de higiene y desinfección en el área de producción para evitar que el producto final se convierta en un peligro para los consumidores.

Los gobiernos de varios países han creado leyes y políticas para que las industrias alimentarias establezcan sistemas que aseguren que sus productos no se conviertan en un peligro para la salud de las personas. Estas exigencias son cada vez más estrictas y el incumplimiento mínimo de las normas de higiene reguladas por el Ministerio de Salud, puede llevar a la cancelación de la licencia sanitaria, que a su vez conlleva a multas, sanciones o simplemente a prohibir la venta del producto.

Para que una planta procesadora de lácteos obtenga un producto final inocuo debe contar con prácticas de limpieza y desinfección que aseguren la elaboración higiénica de los alimentos, por ello, es importante el diseño de un sistema de saneamiento efectivo de acuerdo a las condiciones de la planta productora y la creación de procedimientos que aseguren el cumplimiento efectivo del diseño del sistema de saneamiento.

La vigilancia exitosa de estos procedimientos se debe realizar por medio de la implementación de POES (Procedimientos Operativos Estandarizados de Saneamiento).

Las POES son tareas que describen qué, cómo, cuándo y dónde limpiar y desinfectar, así como los registros y advertencias que deben respetarse.

El propósito principal de implementar las POES es la prevención de una posible contaminación directa o adulteración del producto.

En el presente trabajo se propone un plan de saneamiento adecuado para el tipo de producto que se manufactura en una industria procesadora de lácteos que pueda ser efectivamente ejecutable tomando en cuenta las condiciones específicas de la procesadora de lácteos en estudio; también se crearán procedimientos que permitan validar la eficacia de los procesos de limpieza y desinfección realizados y que nos ayuden a responder inmediatamente frente a fallas en la calidad de los productos debidos a un problema de higiene y poder cumplir con los parámetros microbiológicos que establece el plan de vigilancia del Ministerio de Salud con base en el Reglamento Técnico Centroamericano RTCA 67.04.50:08

## 1. LA LECHE Y SUS DERIVADOS

La leche es el producto íntegro y fresco del ordeño de animales sanos, exenta de calostro y que cumpla con las características físicas y microbiológicas establecidas.

Las características principales que se tienen en cuenta para medir la calidad de la leche son: densidad, acidez, grasa y sólidos no grasos, gérmenes patógenos y presencia de antisépticos, antibióticos y sustancias alcalinas.

Tabla I. **Composición de la leche** (por cada 100 gramos)

<b>NUTRIENTE</b>	<b>CANTIDAD(Gramos)</b>
Agua	88 gr.
Carbohidratos	4.8 gr.
Proteínas	3.2 gr.
Grasa	3.4 gr.
Minerales	0.72 gr.

Fuente: BADUI DARGAL, Salvador. Química de los alimentos. p. 41.

### 1.1. Yogurt

El yogurt natural se define como el producto de leche coagulada obtenida por fermentación láctica mediante la acción del *Lactobacillus bulgaricus* y *Streptococcus thermophilus* a partir de leche pasteurizada, leche concentrada pasteurizada, leche total o parcialmente desnatada pasteurizada, leche concentrada pasteurizada total o parcialmente desnatada con o sin adición de nata pasteurizada, leche en polvo entera, semidesnatada o desnatada, suero en

polvo, proteínas de leche y/u otros productos procedentes del fraccionamiento de leche.

Los yogures tienen una aceptación creciente en el mercado que se explica por su variedad de sabor, presentación y textura.

Los principales tipos de yogures por el proceso de fabricación son: 1) yogurt firme o compacto, 2) yogurt batido, y 3) yogurt de larga duración o pasteurizado después de la fermentación.

### **1.1.1. Proceso de elaboración del yogurt**

A continuación se detallan los pasos básicos en el proceso de elaboración de yogurt.

#### Selección de la leche

Aunque se ha utilizado leche de diferentes especies animales para la fabricación del yogurt, en la industrialización se utiliza básicamente leche de vaca. Puede utilizarse, leche entera, leche parcialmente descremada, leche descremada o crema de leche. La leche más apropiada es la que posea un contenido elevado de proteínas por razón de su alta densidad. A pesar de ello no es necesario elegir una leche con una proporción elevada de extracto seco para la producción de yogurt, pues aquel puede ser aumentado más tarde por medio de otros productos como, leche descremada concentrada, leche en polvo descremada, suero, lactosa.

Para que el cultivo iniciador se desarrolle, han de tenerse en cuenta los siguientes criterios: 1) Bajo recuento bacteriano, 2) Libre de antibióticos, desinfectantes, leche mastítica, calostro y leche rancia, y 3) Sin contaminación de bacteriófagos.

### Incubación

Se inocula con un starter de los dos microorganismos, el *Streptococcus termophilus* y el *Lactobacillus bulgaricus*, pero que han sido cultivados por separado para evitar un exceso de producción de ácido láctico. De este modo, no se ve favorecida una especie frente a la otra dentro del mismo *starter*.

Si la leche está libre de inhibidores, la actividad microbiana está determinada principalmente por la temperatura de incubación y la cantidad de inóculo agregado. Mientras mayor sea la diferencia con la temperatura óptima y menor la cantidad de inóculo agregada mayor será el tiempo de fermentación .

En un principio el pH (comúnmente de 6,8) es favorable para el *Streptococcus termophilus* que se desarrolla más rápido produciendo ácido fórmico y dióxido de carbono, bajando así el pH hasta 5 aproximadamente, de este modo se estimula el crecimiento del *Lactobacillus bulgaricus*. Esta aparición del ácido láctico es el que provoca el descenso del pH, que a su vez es el responsable de la coagulación de la leche. La coagulación se produce a causa de la estabilidad de las caseínas. A un pH de 4,6 las caseínas son eléctricamente neutras y completamente insolubles. Este nivel de pH se conoce como punto isoeléctrico de la caseína. Su efecto en el yogurt es que una vez ocurrida le confiere su consistencia semisólida característica.

En los productos lácteos fermentados, la fermentación culmina cuando se alcanza un valor de 4,2 a 4,5 de pH aproximadamente, o cuando se observa un valor de 0,75 a 0,8 de acidez titulable. Una vez lograda la acidez requerida, debe enfriarse a 4 o 5 °C para detener la fermentación y evitar que se siga produciendo ácido láctico.

### Fermentación y envasado

Este proceso de fermentación se puede lograr de dos maneras distintas, según se quiera obtener yogurt firme o yogurt batido. El yogurt firme se envasa inmediatamente a la adición del *starter* en vasitos o tarritos y son llevados de esta forma a una estufa donde se produce la fermentación hasta el punto deseado y luego se refrigera en cámaras o en túneles de refrigeración.

En cambio, en el yogurt batido la fermentación se produce directamente en el reactor, se homogeneiza, se enfría en un intercambiador entre 22 y 24 °C, temperatura indicada para retardar el desarrollo de las bacterias, se termina por envasar en recipientes que son inmediatamente refrigerados.

#### **1.1.2. Efectos y beneficios del yogurt**

Al ayudar a estabilizar la flora del intestino y el conjunto de microorganismos que pueblan el sistema digestivo, el yogurt favorece la absorción de las grasas, combate las diarreas y el estreñimiento, facilita la asimilación de nutrientes, disminuye el colesterol y reduce los efectos negativos de los antibióticos. De esta forma, al ser el yogurt un alimento que además de nutrir, aporta beneficios para la salud, se lo cataloga dentro de lo que llaman alimentos "funcionales". Son productos modificados o con agregados de componentes con efecto terapéutico probado.

## **2. CONTAMINACIÓN EN LA LECHE Y SUS DERIVADOS**

Por su composición la leche constituye un excelente medio de cultivo para determinados organismos, sobre todo para las bacterias mesófilas y, dentro de estas, las patógenas, cuya multiplicación depende principalmente de la temperatura y de la presencia de otros microorganismos competitivos o de sus metabolitos.

Evitar la contaminación y posterior proliferación de los microorganismos en la leche es un constante problema para quienes tienen a su cargo la producción y elaboración de este producto y sus derivados. Debido a esto, se han creado métodos para lograr bajar los niveles de contaminación, mediante un manejo más higiénico, lo que ha posibilitado un mejoramiento de la calidad higiénica.

No obstante, las probabilidades de contaminación de la leche siguen existiendo, debido fundamentalmente a una incorrecta aplicación de los métodos recomendados. Debe tenerse presente que la leche es un producto biológico obtenido de animales y, por lo tanto, plantea problemas de origen en su contaminación ya que a la salida de la glándula mamaria este producto trae presentes microorganismos que condicionan su posterior manejo. A lo anterior, debe sumarse la contaminación producida durante el manejo en el ordeño, transporte y elaboración, proceso donde la leche pasa por muchas personas y elementos.

Gracias a la acción educativa y a la puesta en vigor de reglamentos, las personas involucradas en la cadena de producción y elaboración poco a poco van tomando conciencia del problema, llevando a cabo sus cometidos en mejor forma ya que las bacterias de la leche no son la única fuente posible de contaminación, también lo son las que se encuentran en los equipos, utensilios, en el aire, el polvo, el heno, etc.



### **3. LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN EN UNA PLANTA DE LÁCTEOS**

La limpieza y desinfección de instalaciones, equipos y superficies en contacto con la leche, juegan un papel primordial en los programas de higiene para asegurar su calidad e inocuidad, ya que la razón de estas actividades es la de eliminar de las superficies, residuos del alimento y suciedad, y reducir el número de microorganismos a un nivel que no de lugar a la contaminación del producto. Si se realizan con eficacia y en el momento apropiado, su efecto neto será la eliminación o el control de la población microbiana.

El proceso de la limpieza pretende eliminar los residuos de leche que proporcionan los nutrientes necesarios para la multiplicación microbiana, al mismo tiempo que puede eliminar también la mayoría de los microorganismos mediante la acción física del lavado y enjuagado de las superficies.

Para suspender o disolver la suciedad o residuos de leche en el agua, se requiere la aplicación de ciertas formas de energía, como fregado, restregado, duchado o el uso de fluidos turbulentos, y el empleo de sustancias químicas conocidas generalmente, como agentes limpiadores o detergentes.

Para alcanzar y mantener el control microbiano deseado, el proceso de limpieza debe reducir convenientemente la población microbiana. En este sentido, el proceso de limpieza debe ir seguido de una desinfección mediante calor o un agente químico denominado desinfectante.

Los factores que influyen sobre la higiene y que deben ser considerados para seleccionar los sistemas y procedimientos de limpieza y desinfección de instalaciones, equipo y superficies en contacto con la leche, son: el tipo de suciedad o residuo que se pretende eliminar; el tipo de superficie a limpiar; la dureza del agua disponible para ser usada; y el grado de limpieza requerido.

### 3.1. Tipo de suciedad o residuo en la industria láctea

Los diferentes tipos de residuos que deja la leche deben ser tratados separadamente para su limpieza, ya que no existe un limpiador que actúe eficientemente sobre todos ellos.

Tabla II. Residuos típicos en la industria láctea

RESIDUO	APARIENCIA	REMOCION	PREVENCION
Proteínas	Semeja barniz con reflejos azules, textura tipo puré de manzana	Con un detergente alcalino clorado	a) Preenjuague adecuado. b) Correcta limpieza. c) Uso de un detergente alcalino clorado
Grasas	Apariencia grasosa, color blanco, gotas de agua suspendidas	Lavado Alcalino	a) Agua de enjuague a temperatura adecuada. b) Detergente alcalino a concentración adecuada
Minerales	Apariencia de gris blanco-amarillo, difícil de remover(piedra de leche)	Lavado Ácido	a) Adecuados procedimientos de lavado. b) Enjuague ácido. c) Tratamientos de Agua con ablandadores. d) Detergente alcalino usado en concentraciones adecuadas.

Fuente: Tetra Pak. Manual de industrias lácteas. p.89.

### **3.2. Métodos de limpieza más comunes en la industria láctea**

La limpieza se efectúa usando en forma individual o combinada diferentes métodos físicos (restregando o utilizando fluidos turbulentos) y métodos químicos (mediante el uso de detergentes, álcalis y ácidos). El calor es un factor adicional importante para ayudar los métodos físicos y químicos, teniendo en cuenta que es necesario seleccionar las temperaturas, de acuerdo a los detergentes que se usen, las superficies a lavar y los desechos a eliminar.

Se conocen varios métodos de limpieza que se describen a continuación:

#### **3.2.1. Limpieza manual**

Este tipo de limpieza requiere del atuendo apropiado para su aplicación tal como: guantes, protector facial, lentes de seguridad, botas impermeables, delantal impermeable, bata o uniforme en todo caso, y el mecanismo de aplicación es ejercida por la fuerza del trabajo humano.

La limpieza manual se emplea más en aseo de instalaciones, como pisos, techos, ventanas y sin menospreciar el empleo de esta técnica en los depósitos de agua, silos de leche, tanques de almacenamiento de producto, contenedores de productos de tamaño grande y mediano.

La limpieza manual requiere de un programa bien diseñado que incluya una supervisión adecuada. Es importante cumplir con las especificaciones tanto de ejecución como con el tiempo para poder establecer parámetros y obtener mejores resultados.

### **3.2.2. Limpieza fuera de lugar C.O.P.**

En la limpieza fuera de lugar se requiere que las válvulas, empaques, pequeñas partes del equipo, se desarmen, remuevan y se lleven a un lugar específico dedicado para lavar tales componentes; esta área debe estar diseñada de tal manera que contenga como mínimo un gran fregadero, con elementos que proporcionen agua caliente para las soluciones limpiadoras que lo requieran.

Como elemento secundario se agrega una bomba para la circulación de la solución, este mismo mecanismo se puede realizar utilizando una paleta para la agitación dentro del recipiente en donde se sumergirán las piezas a limpiar, de acuerdo a la capacidad del fregadero y al número de piezas que se quiere higienizar así será la disposición de agregar otro fregadero.

### **3.2.3. Limpieza por presión**

La limpieza por presión se aplica con equipo de alta presión, una manguera con una pistola y un sistema para succionar es el ejemplo común de este método de limpieza. La aplicación en la industria de alimentos es un poco más compleja, ya que incluye dentro del fluido la dosificación del detergente, un sistema para enjuague con agua limpia y con desinfectante.

La limpieza por presión tiene sus ventajas e inconvenientes, es rápida, pero usa mucha energía para su aplicación, se tiene el riesgo de causar daños en el equipo por causa de la alta presión que se genera y además esparce suciedad y bacterias en el área de trabajo.

### **3.2.4. Limpieza con espuma**

En este tipo de limpieza la espuma es el vehículo para mantener el detergente en una superficie vertical o inclinada, aumentando el tiempo de contacto hasta valores aceptables.

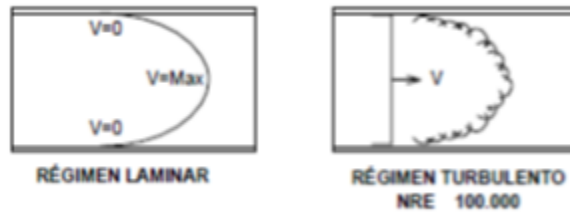
La espuma seca se cuelga de la superficie más tiempo que la espuma húmeda, pero el efecto de detergencia y germicida no es tan bueno como la espuma húmeda. La espuma húmeda generalmente se mantiene alrededor de un minuto y luego se rompe y resbala. Limpiar con espuma requiere de equipo que suministre aire comprimido, existen pistolas que solamente requieren agua a alta presión para succionar aire y generar espuma. La limpieza por espuma se emplea para lavar pisos, paredes, exteriores de equipo, transportadores, pasteurizadores de botellas, etc.

### **3.2.5. Limpieza automática CIP (Clean in place)**

Este tipo de limpieza se efectúa sin desarmar los equipos significa que el agua de enjuagado y las soluciones de limpieza se hacen circular a través de tanques, tuberías y equipos de proceso sin necesidad de que el equipo se desmonte. requiere del control de temperatura del fluido de limpieza, el tiempo de la limpieza, la acción mecánica a la que se somete, la concentración y composición de los químicos que se utilizan.

En estos sistemas de limpieza se recomiendan circuitos con una velocidad de fluido mínima de 1.5 metros por segundo. Con estas velocidades se consigue un número de "Reynolds" del orden de 100.000 lo que indica que el flujo es turbulento y que habrá una fuerza mecánica eficaz que arrastre la suciedad de la línea del equipo en limpieza.

Figura 1. **Flujo laminar y turbulento**



Fuente: Mendoza, J.D. Manual Técnico de Limpieza en Sitio –CIP. p. 25.

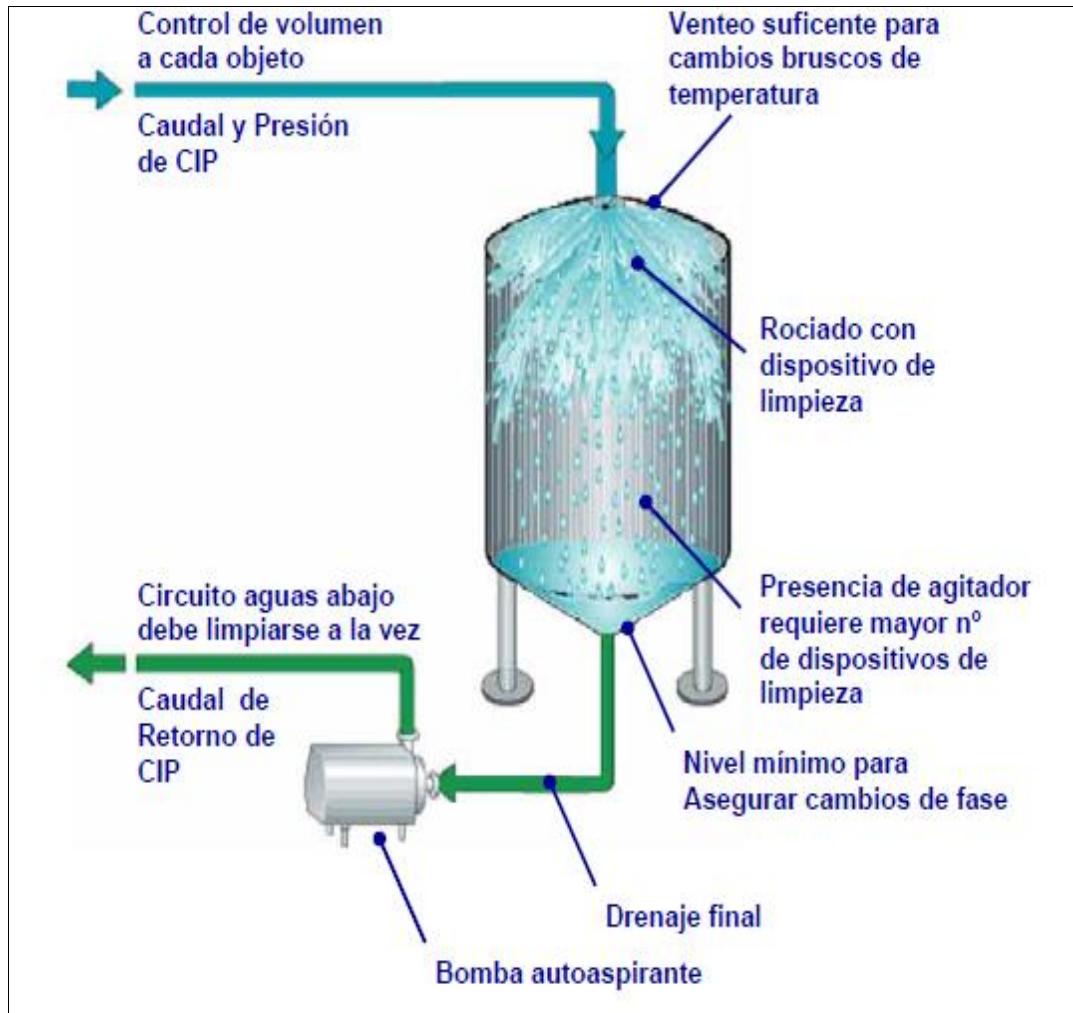
### 3.2.5.1. Tipos de sistemas de limpieza CIP

Dentro de los tipos de sistemas de limpieza CIP. se pueden mencionar los siguientes:

- Sistema de un solo uso: Es la forma más simple y básica de sistemas de limpieza CIP, el sistema de un solo uso o de un solo paso, se simplifica con la utilización de un sistema de bombas, un tanque que contenga el agua para agregar la solución de limpieza y llevar la solución al tanque o línea que va a ser limpiado. Todas las funciones como adición de agua y detergente, calentamiento de la solución y el envío a drenaje de las soluciones se puede llevar a cabo manualmente, a través de la manipulación de válvulas e interruptores eléctricos.

Por otra parte, el equipo anterior se puede hacer funcionar automáticamente incluyendo válvulas neumáticas de tres vías, además de la adición automática de válvulas neumáticas y eléctricas para vapor y agua respectivamente, bombas de inyección de detergentes, con el cual se tendrá un sistema CIP semiautomático de un solo uso muy sencillo.

Figura. 2. **Diseño de un sistema de limpieza CIP en un tanque**



Fuente: Tetra Pak. Manual de Industrias Lácteas. p. 274.

- Sistema de recuperación de solución: con la adición de un tanque al sistema CIP la solución de limpieza puede ser ahorrada y utilizada para los enjuagues iniciales de otros circuitos CIP. este tanque puede estar en el rango de unos cuantos cientos o miles de galones. Los ahorros en consumo de agua y la reducción en las concentraciones de la solución de limpieza pueden ser alcanzados a través de un enjuague inicial más completo del tanque o la línea con solución utilizada y calentada.
- Sistema CIP de reuso: el sistema de reuso como lo indica su nombre, utiliza la misma solución para muchos ciclos de limpieza. El sistema puede tener dos, tres, cuatro o más tanques, dependiendo de la complejidad del sistema. Los tanques involucrados en los sistemas de reuso son como sigue: tanque de agua fresca, tanque de solución alcalina, tanque de solución recuperada, y tanque de solución ácida.

Los equipos más importantes para un sistema de reuso son los siguientes:

Tanque motriz: este tanque provee el agua para la bomba motriz para recircular a través del venturi de un eductor durante los pasos de enjuague.

El tanque debe ser equipado con un tubo de desborde hacia el drenaje, ya que todas las soluciones de enjuague retornan al tanque motriz y luego van al drenaje. Se debe prevenir la frecuencia de limpieza y drenaje del tanque, ya que las soluciones de enjuague que retornan contienen cargas altas de suciedad y si el tanque no se limpia continuamente se pueden tener condiciones no sanitarias.



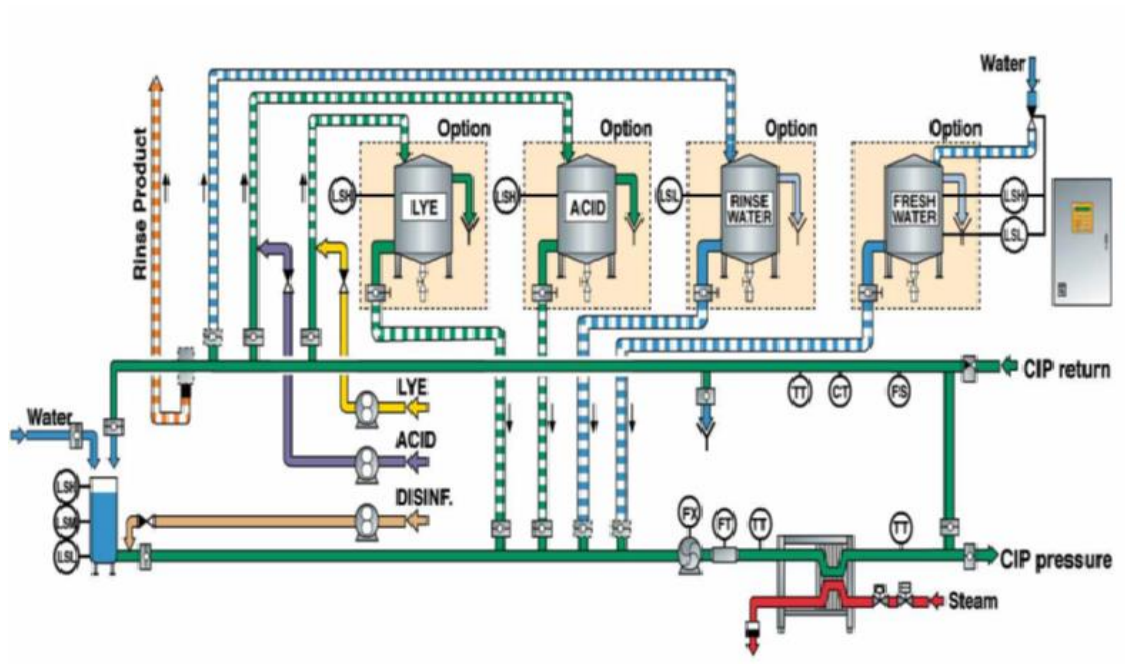
Bomba motriz: esta bomba es utilizada para recircular las soluciones del tanque motriz a través del venturi del eductor para producir vacío y retornar las soluciones al sistema CIP. La bomba debe ser calculada para producir suficiente flujo para mantener el vacío y retornar del tanque que se está limpiando, esto significa que frecuentemente la bomba motriz será tan grande o más que la bomba de suministro.

Eductor: este es un venturi configurado para proveer un vacío en el retorno del sistema de tubería. Debe ser calculado para retornar la gran cantidad de soluciones requeridas para lavar los tanques asociados con ese sistema CIP. Un eductor práctico no es capaz de desarrollar más de 15 a 20 pulgadas de vacío a su entrada, estas 15 o 20 pulgadas de vacío son equivalentes a 7 – 10 libras de presión.

Esta es toda la presión que se dará para soportar las pérdidas por fricción en el sistema de tubería de retorno CIP. Muchos sistemas de tubería son sobre calculados y se mantienen relativamente cortos para asegurar que las pérdidas por fricción en el retorno de la tubería será menor a 7 –10 libras de presión.

Retorno con eductor asistido: este sistema utiliza un eductor con la bomba motriz para crear vacío en el sistema de tubería de retorno. La recuperación de soluciones también puede ser parte de este sistema, los fabricantes de estos equipos sostiene que los tanques se pueden lavar con tan poco como cuarenta galones de solución de limpieza.

Figura 3. **Diseño de un sistema de limpieza CIP de reuso**



Fuente: Tetra Pak. Manual de industrias lácteas. p.316.

### 3.2.5.2. **Aplicación del sistema de limpieza CIP**

Las industrias que pueden optar para este tipo de tecnología, serán todas aquellas que requieran de una higiene húmeda para la remoción de material orgánico y bajar la carga microbiológica, en general todas aquellas industrias donde existan tanques y equipos de proceso, líneas de producción y equipos de envasado que manejen fluidos, básicamente aplican a este sistema de limpieza.

Las industrias de países desarrollados ya aplicaban esta tecnología desde principios de los años sesenta, entre ellas se tienen: la industria láctea, industria que procesan alimentos enlatados, industria de bebidas carbonatadas y no carbonatadas y la industria cervecera, entre otras.

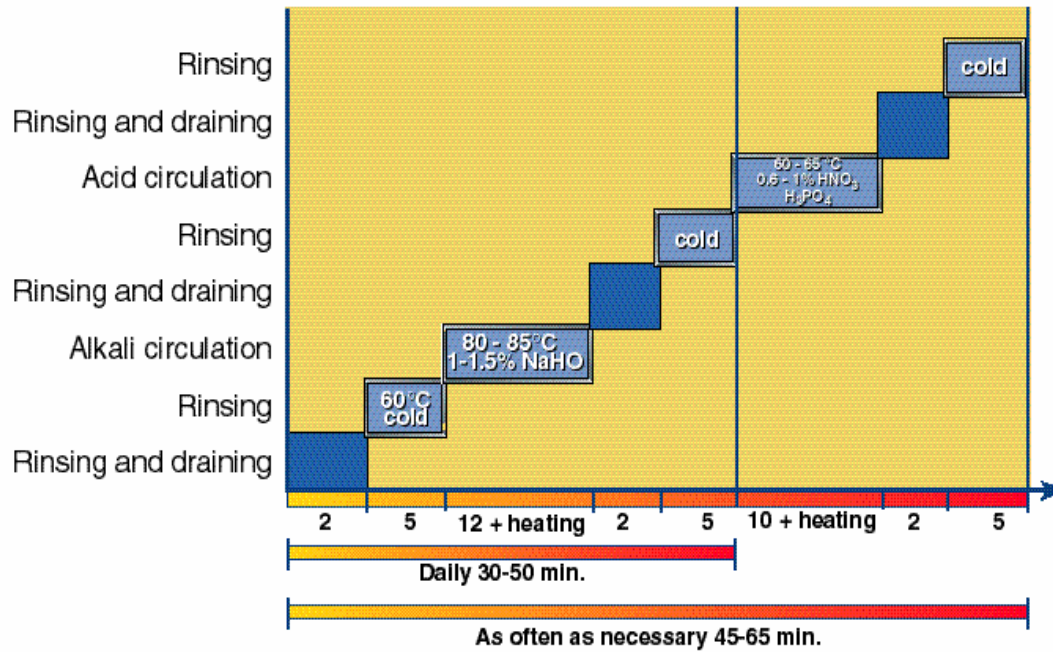
Entre los equipos que se pueden higienizar a través de un sistema CIP, se pueden mencionar algunos como: homogenizadores, pasteurizadores de placas, descremadoras, tanques horizontales, tanques verticales, silos, llenadoras asépticas, llenadoras de botellas, tuberías, enfriador, carbonatador, evaporadores, etc.

### **3.2.5.3. Etapas de un sistema de limpieza CIP**

Un sistema de limpieza CIP para limpieza de residuos lácteos está conformado básicamente por una etapa de alcalina, una etapa de enjuague con agua y una limpieza ácida.

A continuación se incluye diagrama con especificaciones de químicos, tiempos de circulación y temperaturas de cada etapa de un programa estándar de limpieza CIP.

Figura 4. Programa estándar de limpieza CIP



Fuente: Tetra Pak. Manual de industrias lácteas. p. 171.

#### **4. SELECCIÓN DE DETERGENTES PARA LIMPIEZAS EFICACES**

Los detergentes deben tener una buena capacidad humectante, fuerza para eliminar la suciedad de las superficies y capacidad para mantener los residuos en suspensión, de igual manera deben tener buenas propiedades de enjuague para eliminar fácilmente los residuos de suciedad y los restos del detergente. El detergente debe ser adecuado para el tipo de suciedad que se produce, compatible con otros materiales, incluidos los desinfectantes empleados y no ser corrosivo.

Aún cuando en algunos casos las soluciones frías de detergentes suele ser eficaces, para eliminar la grasa animal se requerirá la aplicación de calor.

La sedimentación de sales minerales en los equipos, puede causar la formación de una escama dura (piedra), especialmente en presencia de grasa o proteínas. En consecuencia probablemente se requerirá un ácido o detergente alcalino, o ambos, para eliminar tales depósitos. La "piedra" puede ser un foco de contaminación microbiana y puede ser reconocida fácilmente por su fluorescencia, al aplicar rayos ultravioleta que detectan depósitos que normalmente escapan a la inspección visual ordinaria.

Cualquier agente limpiador que se use en la planta, debe tener algunas propiedades generales tales como: a) Completa y rápida solubilidad, b) No ser corrosivo a superficies metálicas, c) Brindar completo ablandamiento del agua, o tener capacidad para acondicionarla, d) Excelente acción humectante, e) Excelente acción emulsionante de las grasas, f) Excelente acción solvente de

los sólidos que se desean limpiar, g) Excelente dispersión o suspensión, h) Excelentes propiedades de enjuague, i) Acción germicida, j) Bajo precio, k) No tóxico.

#### **4.1. Clasificación de los detergentes**

La naturaleza del trabajo y la limpieza a efectuar deben servir como guía para la elección del agente limpiador que se deba utilizar.

Los detergentes se clasifican en: a) Detergentes alcalinos, b) Detergentes ácidos, c) Detergentes a base de polifosfatos, d) Agentes abrasivos:

- Detergentes alcalinos: un indicador importante de su utilidad es la alcalinidad activa. Una porción de esta alcalinidad activa puede reaccionar para la saponificación de las grasas y simultáneamente otra porción puede reaccionar con los componentes ácidos de los productos y neutralizarlos, de manera que se mantenga la concentración de los iones hidrógeno (pH) de la solución a un nivel adecuado para la remoción efectiva de la suciedad y protección del equipo contra la corrosión.
- Detergentes ácidos: se consideran excelente para la limpieza de tanques de almacenamiento, clarificadores, tanques de pesaje y otros equipos de la industria de leches. El uso de limpiadores ácidos alternados con alcalinos logra la eliminación de olores indeseables y disminución de la cuenta microbiana.
- Detergentes a base de polifosfatos: son productos empleados en los detergentes para impedir la precipitación de las sales de agua. Actúan como secuestrantes, tanto del calcio como del magnesio, manteniéndolos

en solución, de modo que sustancias como la sosa cáustica o el carbonato sódico, que los harían precipitar, no provoquen este comportamiento.

- Agentes abrasivos: Deben usarse solamente cuando son de ayuda suplementaria en la remoción extrema de suciedad y se usan aunados a un cepillado fuerte y enjuague con agua a presión. Generalmente se presentan en forma de polvos o pastas.





## **5. IMPORTANCIA DE LA DOCUMENTACIÓN EN EL ASEGURAMIENTO DE CALIDAD DE LOS PRODUCTOS ALIMENTICIOS**

De acuerdo a la FAO la creciente tendencia hacia la globalización del comercio mundial ha estimulado un interés destacable en el desarrollo de los sistemas de calidad convincentes y eficientes. En el mundo globalizado de hoy, la calidad se ha convertido en una necesidad indispensable para permanecer en el mercado. Por ello los sistemas de gestión de la calidad basados en las normas ISO 9000, HACCP (por sus siglas en inglés) o Análisis de Riesgos y Puntos Críticos de Control (ARPC) y otras técnicas, que reflejan el consenso internacional en este tema, han cobrado una gran popularidad, y muchas organizaciones se han decidido a tomar el camino de implementarlos.

La documentación es el soporte del sistema de gestión de la calidad, pues en ella se plasman no sólo las formas de operar de la organización sino toda la información que permite el desarrollo de los procesos y la toma de decisiones.

Los manuales, procedimientos, registros e informes constituyen una evidencia objetiva de que el sistema funciona adecuadamente todo el tiempo y que cuando falla algo, el problema es detectado, corregido y mejorado.

Toda documentación debe tener una identificación única y debe de ser trazable en cuanto a: autor, edición, fecha, firma, responsable y cualquier otra información que se considere trascendental. Los registros generados deben de tener una importancia especial, ya que estos son prueba definitiva de que se

está acatando lo establecido en los documentos, estos deben de cumplir con el objetivo para el cual fueron definidos.

Si la documentación dentro de una empresa es nula, se debe atacar rápidamente los puntos más susceptibles como la limpieza y desinfección de la planta de producción y los controles sobre las labores realizadas.

La vigilancia de los procesos, busca reducir el riesgo de que los alimentos no sean inocuos.

Tabla III. **Razones de la importancia de la documentación para una empresa de alimentos**

Motivo	Justificación
<ul style="list-style-type: none"><li>• Estandarización</li></ul>	Contribuye a garantizar que una misma actividad se realice siempre de la misma manera.
<ul style="list-style-type: none"><li>• Instrucción</li></ul>	De gran utilidad en la guía de capacitación, tanto para colaboradores antiguos de la empresa como de los de nuevo ingreso.
<ul style="list-style-type: none"><li>• Revisión</li></ul>	Permiten determinar como se pueden mejorar las operaciones y su respectivo desarrollo.
<ul style="list-style-type: none"><li>• Referencia</li></ul>	Debido a la dificultad que tiene cada uno de los pasos involucrados en la calidad de un proceso, sirven como herramienta para corroborar los hechos ocurridos en cada actividad realizada.

Fuente: CITA. Programas de soporte en El sistema HACCP I. p. 26.

## 6. INOCUIDAD ALIMENTARIA

Los productos alimenticios pueden ser una fuente de una serie de riesgos físicos, químicos y biológicos asociados con la naturaleza de sus ingredientes, los procesos de manufactura, la forma de almacenamiento y la manera en que son consumidos. Las enfermedades causadas por el consumo de alimentos contaminados constituyen uno de los problemas de salud más extendidos en el mundo. En adición a lo anterior, las enfermedades transmitidas por los alimentos constituyen una causa importante de la caída de la productividad y de grandes pérdidas económicas que afectan países, empresa, pequeños negocios familiares y consumidores (González & Quevedo, 1994).

Con el fin de evitar daños en la salud de los consumidores, se desarrollaron sistemas para regular la inocuidad de los alimentos. Estos sistemas se basan en normas legales, programas de cumplimiento de estas normas para retirar dichos productos del mercado y sanciones para las partes responsables después de los hechos. Sin embargo, la debilidad de estos sistemas tradicionales reside en su enfoque correctivo, el cual limita la capacidad de respuesta ante los nuevos retos a los que se debe enfrentar la inocuidad alimentaria (OMS, 2002).

Todo modelo de aseguramiento de la calidad busca que las cosas se hagan bien desde la primera vez, de esta manera, se crea una cultura. En una industria de alimentos la calidad abarca varios aspectos, entre ellos la inocuidad y la calidad intrínseca del alimento.

De esta manera, en un proceso de fabricación de alimentos, se deben de seguir procedimientos y prácticas que eviten riesgos en el consumidor. Los riesgos que se deben de considerar en la evaluación de la inocuidad de un alimento son el físico, químico o biológico (Henderson, *et. al.* 2000).

Tabla IV. **Definiciones de los tres riesgos asociados a los alimentos**

Riesgo	Definición	Ejemplo
Físico	Materia extraña que normalmente no se encuentra en el alimento y puede provocar ahogo, cortadura o cualquier otro problema a la salud del consumidor	Fragmentos de metal, partículas de vidrio, astillas de madera, piedras, plásticos, entre otros.
Químico	Sustancia química no permitida en los alimentos o que sobrepasa los límites establecidos por la ley	Aditivos, desinfectantes, agroquímicos, compuestos químicos naturales de los alimentos, entre otros.
Biológico	Organismos vivos que pueden estar presentes en forma natural o por contaminación en los alimentos y que presentan un riesgo para la salud del consumidor.	Bacterias, hongos, virus, parásitos, levaduras.

Fuente: CITA. Programas de soporte en El sistema HACCP I. p. 27.

## 7. BUENAS PRÁCTICAS DE MANUFACTURA

Las Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) son las condiciones de infraestructura y procedimientos establecidos para todos los procesos de producción y control de bebidas, alimentos y productos afines, con el objetivo de garantizar la idoneidad e inocuidad de los mismos.

Cáceres (2003) menciona entre los beneficios de trabajar bajo las BPM el aumento de la productividad, un alimento limpio, confiable y seguro para el cliente, alta competitividad, mejora en la imagen de la empresa, reducción de costos, disminución de desperdicios, creación de la cultura del orden y aseo en la organización.

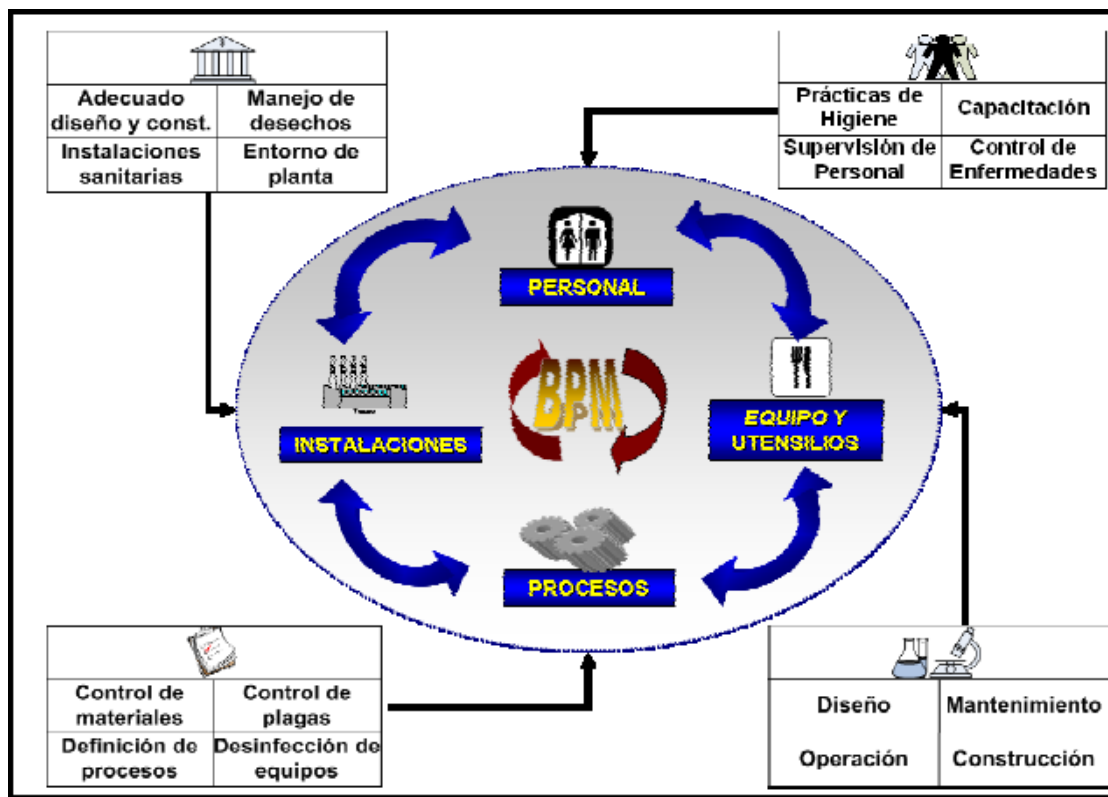
Estos beneficios se deben principalmente a su enfoque y la aplicación en casi todas las áreas de la empresa. En sí, las Buenas Prácticas son un sistema de control de calidad e inocuidad a través de la eliminación de riesgos de contaminación de producto.

Según el Equipo de Calidad del CITA (2002) las Buenas Prácticas de Manufactura abarcan:

- Los lineamientos generales
- Los procedimientos estandarizados de operación
- Los procedimientos estandarizados de limpieza y desinfección

El presente trabajo tiene como propósito diseñar los procesos de limpieza y desinfección de una planta procesadora de yogurt que constituye el requisito más importante de la implementación de Buenas Prácticas de Manufactura.

Figura 5. **Lineamientos básicos de las Buenas Prácticas de Manufactura**



Fuente: Codex Alimentarius. Principios generales de Higiene de los alimentos. p. 33.

## **8. PROCEDIMIENTOS ESTÁNDAR DE OPERACIÓN (SOP)**

Los procedimientos estándar de operación o SOP por sus siglas en inglés describen una secuencia específica de eventos para ejecutar una actividad, aseguran la estandarización de operaciones durante el proceso, y establecen límites operativos, monitoreo de procedimiento y acciones correctivas (OIRSA, 2004). El GMP Institute (2000), menciona que estos evitan que se introduzcan nuevos riesgos en el producto y ayudan a instruir a los empleados de todos los niveles, facilitando el entrenamiento de los operarios.

Debido a que los SOP van a ser utilizados por el personal de planta, estos deben de cubrir ciertos requisitos con el fin de que su comprensión sea más sencilla. Los procedimientos deben de dar datos exactos como temperaturas, tiempos, concentraciones y los parámetros necesarios que permitan al colaborador seguirlos de forma clara y sin desviaciones. Los mismos deben ser exactos refiriéndose a una actividad específica, detallando equipos o materias primas involucradas, sin posibilidad de confusión por parte de la persona que los utiliza (Equipo de Calidad: CITA, 2002).

Realizando un buen manual de SOP la empresa se garantiza una capacitación más fácil, homogeneidad en los procesos y eliminación de cualquier interpretación errónea de los sistemas operativos de la empresa.

Los SOP deben contar con la siguiente información:

Tabla V. **Información necesaria en un procedimiento estándar de operación**

Información	Justificación
Autor o grupo encargado de su redacción	Adquirir una responsabilidad concreta sobre la elaboración del mismo
Persona o departamento que realiza la actividad	Aplicación del procedimiento
Consecutivo o Código	Ordenar información, facilita citas de otros documentos.
Descripción de la actividad, clara y detallada.	Facilita la comprensión de la operación.
Diagrama de flujo	Facilita el procedimiento en forma de pasos para darle un seguimiento más sencillo de la operación
Sistema de Control establecido	Menciona los parámetros necesarios de control para que la operación no se salga de los estándares.
Sistema de Registro de los controles establecidos	Comprobación de que el proceso se encuentra dentro de los estándares.

Fuente: CITA. Programas de soporte en El sistema HACCP I. p.29.



## **9. PROCEDIMIENTOS ESTANDARIZADOS DE LIMPIEZA Y DESINFECCION (POES)**

Los POES son procedimientos que describen las actividades asociadas con el manejo sanitario de los alimentos y limpieza del ambiente de planta. Su utilización en las industrias tiene como ventaja evitar la incorporación de contaminantes al alimento, identificación y prevención de problemas, aumento de la efectividad del HACCP, facilitar la capacitación del personal y proporcionar evidencias a los consumidores de las BPM de la empresa.

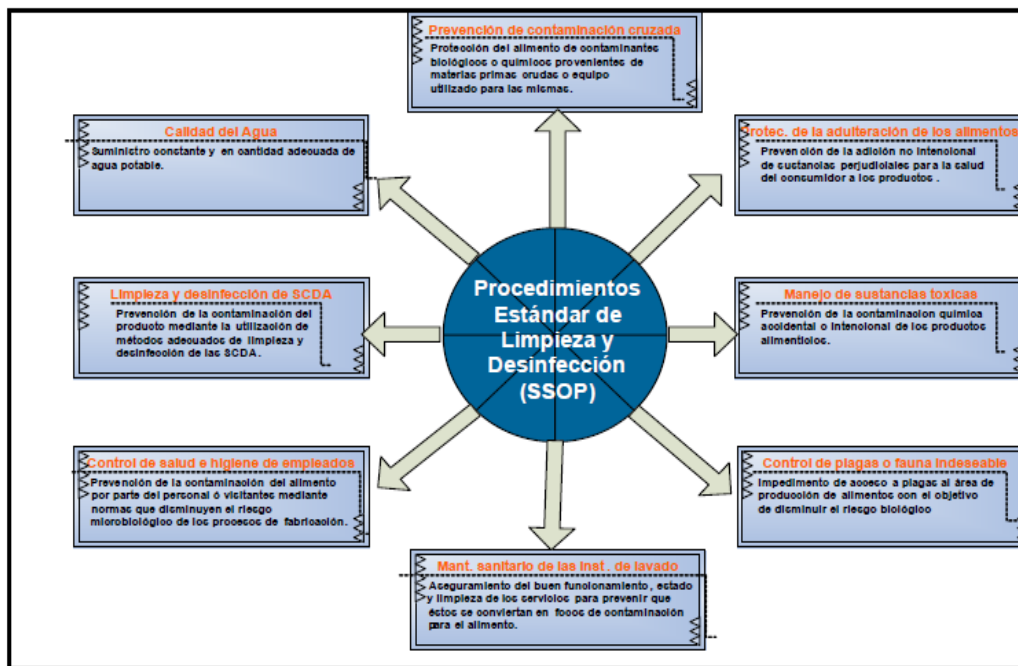
De acuerdo al National Seafood Alliance (2000) los POES:

- Describen los procedimientos de sanitización que se utilizan en planta
- Establecen un horario de los procedimientos de limpieza
- Facilitan el programa de monitoreo rutinario
- Identifican tendencias y ayudan a prevenir problemas recurrentes
- Aseguran que todo el personal comprenda la importancia de la limpieza y desinfección
- Proveen herramientas consistentes para el entrenamiento de los colaboradores
- Demuestran el compromiso de los compradores e inspectores
- Ayudan a mejorar las buenas prácticas y condiciones de planta

El FDA (2001) indica que se deben de cubrir las siguientes áreas en los POES:

- Control de la inocuidad del agua
- Limpieza y desinfección de las superficies en contacto con los alimentos
- Prevención de la contaminación cruzada
- Mantenimiento sanitario de las estaciones de lavado y servicios sanitarios
- Protección de sustancias adulterantes
- Manejo de sustancias tóxicas
- Control de la salud e higiene del personal y visitantes
- Control y eliminación de plagas

Figura 6. Aspectos básicos de los procedimientos estándar de limpieza y desinfección



Fuente: CITA. Programas de soporte en el sistema HACCP I. p.12.

## **10. MARCO EXPERIMENTAL**

La presente sección está conformada por los pasos necesarios para el diseño adecuado y eficiente de programas de limpieza y desinfección para una industria láctea, con base a las condiciones específicas de la planta en estudio en cuanto a equipo, insumos disponibles e instalaciones.

La validación de resultados aceptables se plantea en función del cumplimiento de los parámetros microbiológicos que establece el Reglamento Técnico Centroamericano RTCA 67.04.50:08.

### **10.1. Objetivos**

Definir los equipos de operación y las superficies de contacto a limpiar y desinfectar en la planta procesadora de yogurt y diseñar un programa efectivo de limpieza y saneamiento con controles POES que garantice la inocuidad de los productos que se elaboran al cumplir con los criterios microbiológicos que establece el Reglamento Técnico Centroamericano en la norma RTCA 67.04.50:08

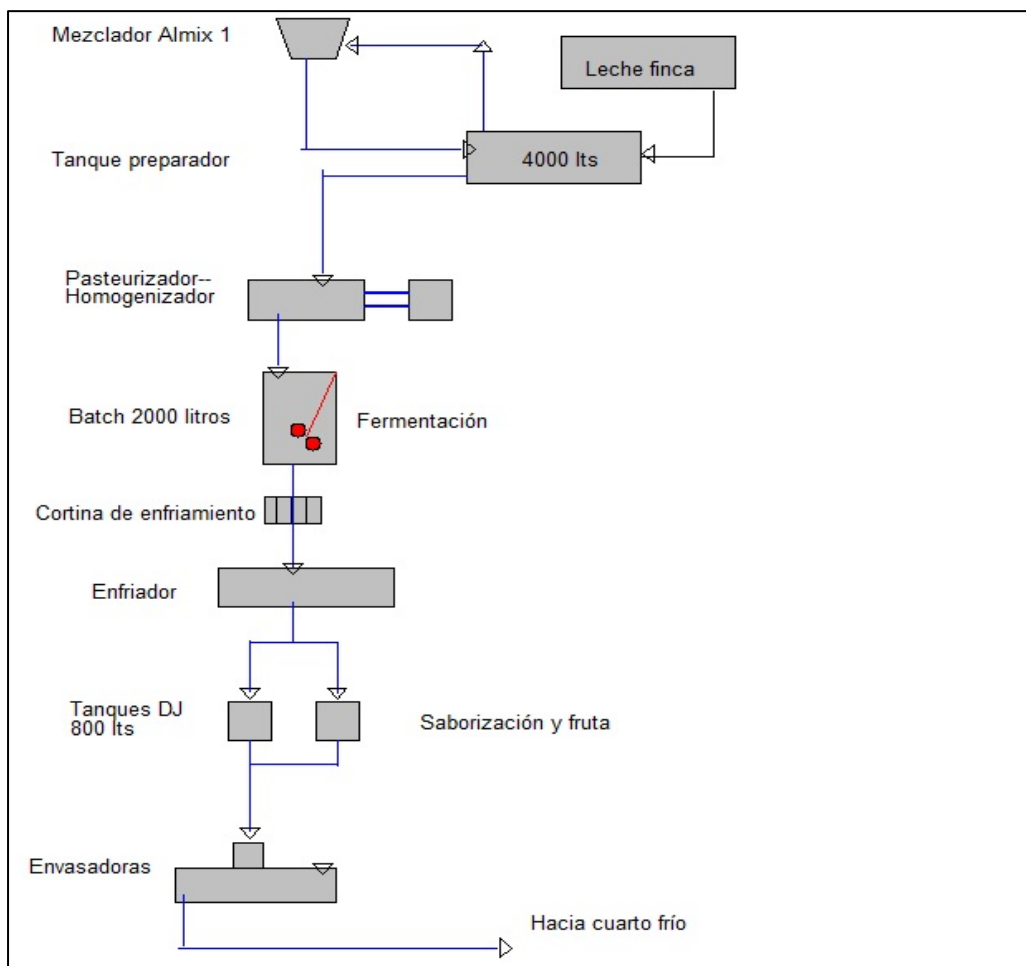
### **10.2. Campo de estudio**

Las instalaciones de una planta procesadora de yogurt

### 10.3. Definición de equipos y área a limpiar en la planta procesadora de yogurt en estudio

A continuación se incluye el diagrama de proceso de la planta de yogurt en estudio con el fin de determinar las áreas, superficies y equipos a limpiar y desinfectar.

Figura 7. Diagrama de proceso de la planta de yogurt en estudio



Fuente: elaboración propia.

Listado de equipo y superficies a limpiar y desinfectar en la planta procesadora de yogurt en estudio

Equipos a limpiar:

- Mezclador Almix y tanque preparador
- Pasteurizador de placas
- Tanques Enchaquetados de Fermentación de yogurt
- Cortina de placas de enfriamiento de yogurt
- Tanques de mezcla de yogurt
- Envasadoras de yogurt

Superficies a limpiar:

- Área de pediluvios
- Pisos, paredes, techos y lámparas
- Mesas de trabajo
- Drenajes

#### **10.4. Definición de tipo de suciedad a limpiar en los equipos y superficies que conforman la planta procesadora de yogurt en estudio**

El tipo de suciedad a remover se determinó por medio de análisis visual, con base a los siguientes conceptos:

Figura 8. **Tipos de suciedad posibles en una industria láctea**

		Almidón
Materia Orgánica	➔	Azúcares
		Grasa
		Proteínas
		Sales
Materia Inorgánica	➔	Residuos(Ca,Mg)

Fuente: Tetra Pak. Manual de industrias lácteas. p. 161.

Tabla VI. **Apariencia física de los posibles residuos lácteos**

RESIDUO	APARIENCIA
Proteínas	Semeja barniz con reflejos azules, textura tipo puré de manzana
Grasas	Apariencia grasosa, color blanco, gotas de agua suspendidas
Minerales	Apariencia de gris blanco-amarillo, difícil de remover(piedra de leche)

Fuente: Tetra Pak. Manual de industrias lácteas. p. 167.

Tabla VII. **Cantidad de residuo lácteo de acuerdo a la temperatura de la superficie en contacto**

MATERIAL	SUPERFICIE FRIA	SUPERFICIE CALIENTE	
		HTST(1) 72-90°C	UHT(2) 140°C
Grasa	6%	1%	3%
Proteína	2%	50%	15%
Mineral(3)	1%	40%	75%

Fuente: Tetra Pak. Manual de industrias lácteas. p. 172.

Tabla VIII. **Estimación de residuo lácteo a remover en cada área a limpiar y desinfectar de la planta procesadora de yogurt**

ÁREA A LIMPIAR	TIPO DE SUCIEDAD A REMOVER
Pasteurizador de placas	Proteínas, grasas y minerales
Tanques enchaquetados de fermentación	Proteínas, y grasas
Cortina de enfriamiento de placas	Proteínas, grasas y minerales
Tanques de mezcla de yogurt	Proteínas y grasas
Envasadoras de yogurt	Proteínas y grasas
Pediluvios	Materia orgánica
Pisos, paredes y techos	Materia orgánica
Mesas de trabajo	Materia orgánica
Drenajes	Materia orgánica

Fuente: elaboración propia.

## 10.5. Métodos de limpieza y desinfección a emplear en cada área de la planta procesadora de yogurt

A continuación se describen los métodos de limpieza y desinfección a utilizar de acuerdo al tipo de equipo, áreas e insumos disponibles.

Tabla IX. **Métodos de limpieza y desinfección a utilizar en los equipos de proceso e instalaciones de la planta procesadora de yogurt**

<b>ÁREA A LIMPIAR</b>	<b>MÉTODO DE LIMPIEZA A UTILIZAR</b>
Equipos de mezclas crudas	Limpieza CIP (Clean in Place)
Pasteurizador de placas	Limpieza CIP(Clean in Place)
Tanques enchaquetados de fermentación	Limpieza manual y CIP(Clean in Place)
Cortina de enfriamiento de placas	Limpieza CIP(Clean in Place)
Tanques de enfriamiento de yogurt	Limpieza manual y CIP(Clean in Place)
Tanques de mezcla de yogurt	Limpieza manual y CIP(Clean in Place)
Envasadoras de yogurt	Limpieza COP(Clean out place)
Pediluvios	Limpieza manual
Pisos, paredes y techos	Limpieza manual
Mesas de trabajo	Limpieza manual
Regillas de drenajes	Limpieza manual

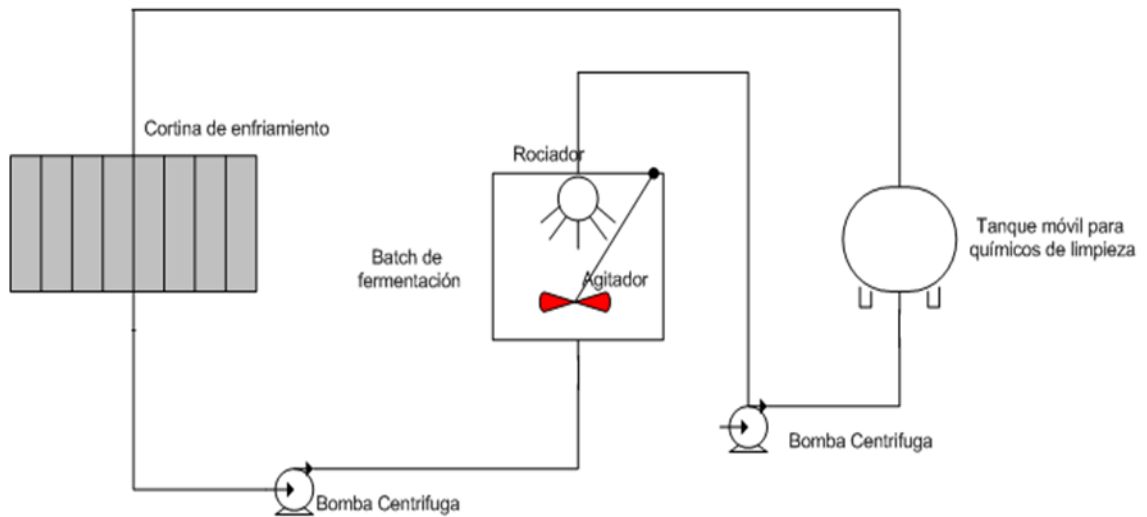
Fuente: elaboración propia.



## 10. 6. Diagramas de diseño y procesos de limpieza CIP a evaluar en la planta procesadora de yogurt en estudio

En esta sección se ilustran como se armaron los circuitos de limpieza CIP para las diferentes áreas a limpiar y desinfectar.

Figura 9. Diagrama de diseño de limpieza CIP para el área de fermentación de yogurt



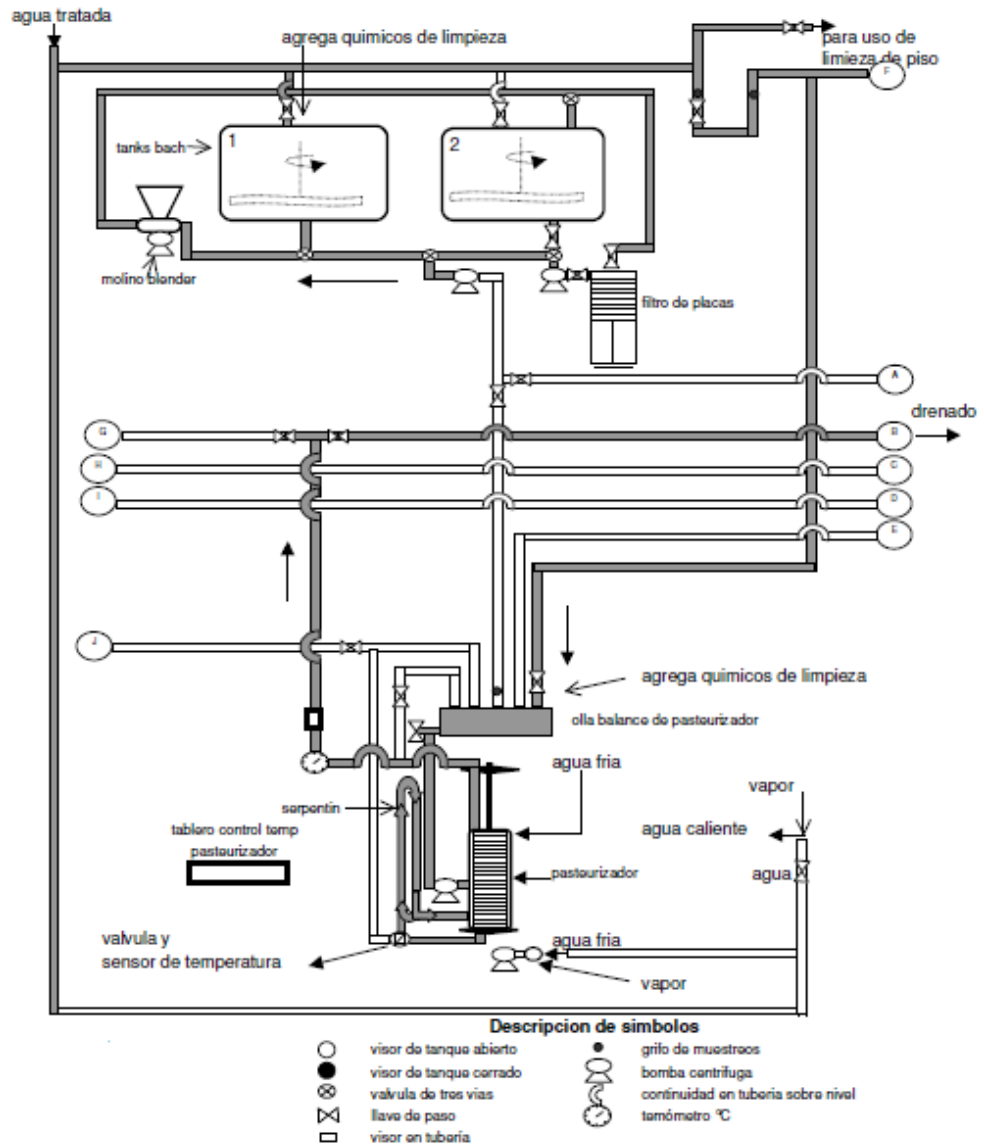
Fuente: elaboración propia con programa Visio.

Tabla X. **Procedimiento CIP para área de fermentación de yogurt**

<b>AREA: TANQUES DE FERMENTACION</b>					
<b>No.</b>	<b>Paso</b>	<b>Producto consumido</b>	<b>Temp(°C)</b>	<b>Conc(%)</b>	<b>Tiempo (min)</b>
1	Lavado manual	jabón alcalino clorado	Ambiente		15
3	Cargar Alcalino	Alcalino clorado	50	1%	5
4	Recircular Alcalino	Alcalino clorado	50		20
5	Enjuague Intermedio	Agua	Ambiente		10
6	Cargar Desinfectante	Acido perácetico	Ambiente	200 PPM	5
7	Recircular desinfección	Acido perácetico	Ambiente		15

Fuente: elaboración propia.

Figura 10. Diagrama de diseño de limpieza CIP para el área de pasteurización y preparación de mezcla cruda almix



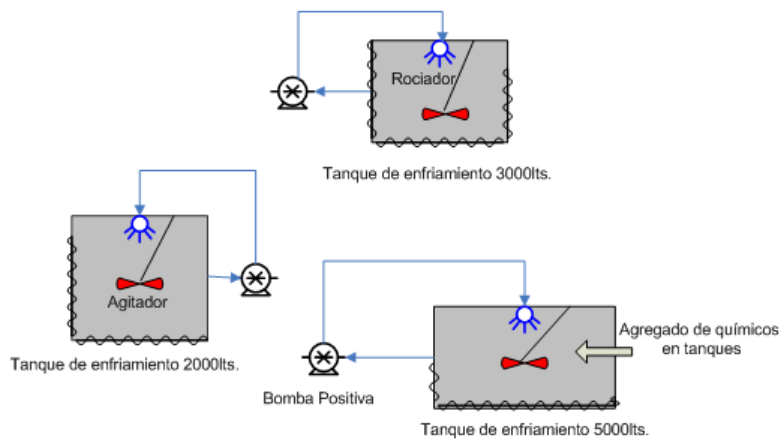
Fuente: Industrias lácteas, S.A.; Manual de procesos. p. 96.

Tabla XI. Procedimiento de limpieza CIP para área almix y área de pasteurización

AREA: ALMIX Y PASTEURIZACION					
No.	Paso	Producto consumido	Temp (°C)	Concentración	Tiempo (min)
1	Enjuague Inicial	Agua	30		5
2	Cargar Alcalino	Soda cáustica al 50%	70	1.50%	5
3	Recircular Alcalino	Soda cáustica al 50%	70		30
4	Enjuague Intermedio	Agua	30		10
5	Cargar ácido	Ácido Nítrico al 65%	70	0.80%	5
6	Recircular ácido	Ácido Nítrico al 65%	70		30
7	Enjuague Final	Agua	30		10

Fuente: elaboración propia.

Figura 11. Diagrama de diseño de sistema de limpieza CIP para el área de tanques de enfriamiento de yogurt



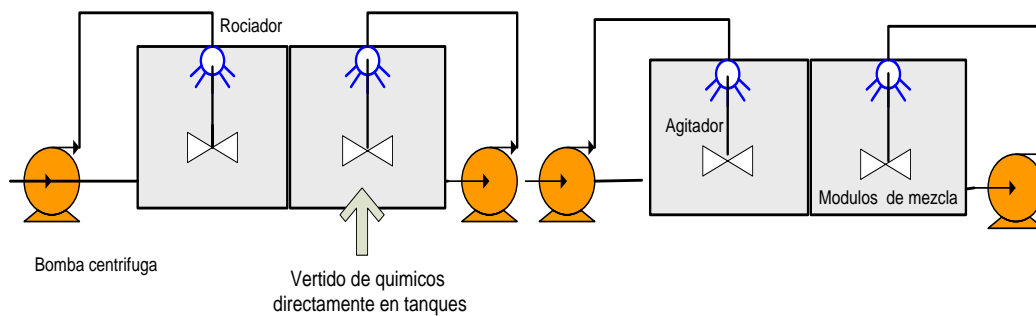
Fuente: elaboración propia con programa Visio.

Tabla XII. **Procedimiento de limpieza CIP para el área de tanques de enfriamiento**

AREA: TANQUES DE ENFRIAMIENTO					
No.	Paso	Producto consumido	Temp(°C)	Concentración	Tiempo (min)
1	Lavado manual	Jabón alcalino clorado	Ambiente		15
3	Cargar Alcalino	Alcalino clorado	50	1%	5
4	Recircular Alcalino	Alcalino clorado	50		20
5	Enjuague Intermedio	Agua	Ambiente		10
6	Cargar Desinfectante	Acido peracético	Ambiente	200 PPM	5
7	Recircular desinfección	Acido peracético	Ambiente		15

Fuente: elaboración propia.

Figura 12. **Diagrama de diseño de sistema de limpieza CIP para tanques de mezcla de yogurt**



Fuente: elaboración propia con programa Visio.

Tabla XIII. **Procedimiento de limpieza CIP para el área de tanques de mezcla**

AREA: MODULOS DE MEZCLA					
No.	Paso	Producto consumido	Temp (°C)	Concentración	Tiempo (min)
1	Lavado manual	Jabón alcalino clorado	Ambiente		15
3	Cargar Alcalino	Alcalino clorado	50	1%	5
4	Recircular Alcalino	Alcalino clorado	50		20
5	Enjuague Intermedio	Agua	Ambiente		10
6	Cargar Desinfectante	Acido perácetico	Ambiente	200 PPM	5
7	Recircular desinfección	Acido perácetico	Ambiente		15

Fuente: elaboración propia.

## 10.7. Metodología para medir los parámetros de caudal, tiempo, concentración, y temperatura en los circuitos de limpieza CIP

En esta sección se detalla la metodología empleada para determinar experimentalmente y por formulas las 4 variables fundamentales a conocer en un circuito de limpieza: caudal, temperatura, tiempo y concentración de agente de limpieza.

### 10.7.1. Determinación del caudal requerido en un sistema de limpieza CIP

Para obtener un buen efecto de limpieza se requiere un flujo de turbulencia constante, manteniendo en promedio una velocidad de 1.5 m/s, puesto que ha esta velocidad se alcanza un número de Reynolds mayor a 4000

lo que garantiza un flujo turbulento, la bomba es la encargada de generar la energía mecánica que se disipará en forma de turbulencia y fricción, así;

$$Q = AV$$

Ecuación 1

donde:

Q = Caudal

A = Área de la sección transversal de la tubería

V = Velocidad de flujo

Para calcular el área utilizamos la formula del área transversal de un cilindro

$$A = \pi R^2$$

Ecuación 2

Donde:

R= Es el radio de la tubería

Utilizando los datos de proceso, tomamos como referencia un circuito con una tubería de 2 pulgadas de diámetro lo que nos da un área transversal de  $0.0020\text{m}^2$  y sustituyendo los datos de proceso en la ecuación 1, se tiene que:

$$Q = 0.0020\text{m}^2 \cdot 1.5\text{m/s} \cdot 3,600\text{s/h}$$

Q =  $10.94 \text{ m}^3/\text{h}$  es el caudal que debe tener un sistema integrado con una tubería de 2" para garantizar un flujo turbulento a lo largo de la línea.

Para rectificar que el caudal en cada unidad CIP armada en las diferentes áreas de yogurt fuera el adecuado para lograr un flujo turbulento en el sistema se compararon los caudales teóricos (calculados por fórmula), con los caudales experimentales (medición paso de volumen/unidad específica de tiempo.)

A continuación se adjunta tabla con resultados

Tabla XIV. **Medición experimental de caudales en áreas a limpiar por metodología CIP en la planta de yogurt**

Área de proceso	Diámetro de tubería(pulg)	Caudal Teórico(m3/h)	Caudal Real(m3/h)	Flujo del sistema turbulento
Pasteurización	1.5	5.94	6.72	Si
Almix	2.5	16.74	20.9	Si
Tanques de Fermentación	1.5	5.94	6.13	Si
Tanques de Enfriamiento	1.5	5.94	10.28	Si
Modulos de Mezcla	1.5	5.94	8.46	Si

Fuente: elaboración propia con programa.

### **10.7.2. Determinación de las concentraciones de las soluciones de limpieza a utilizar en circuitos CIP de la planta de yogurt**

Por el tipo de químicos frecuentes utilizados en la industria láctea se utilizará una valoración ácido-base (también llamada volumetría ácido-base, titulación ácido-base o valoración de neutralización) es una técnica o método de análisis cuantitativo muy usada, que permite conocer la concentración desconocida de una disolución de una sustancia que pueda actuar como ácido



o base, neutralizándolo con una base o ácido de concentración conocida (las formulas utilizadas se incluyen en el apéndice no.1).

### **10.7.3. Rectificación de tiempos y temperaturas utilizados en los circuitos de limpieza CIP en la planta procesadora de yogurt**

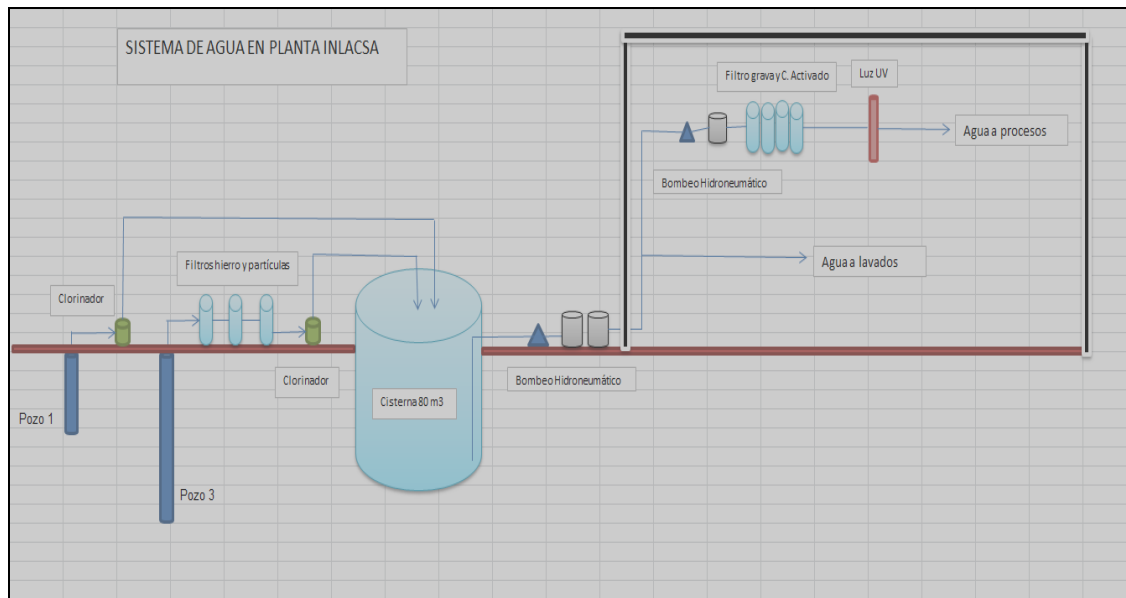
Los parámetros de tiempo y temperatura serán monitoreados haciendo uso de los instrumentos de medición, cronómetro y termómetro digital.

### **10.8. Determinación de la calidad de agua disponible en la planta de yogurt para el proceso de limpieza**

Para que la limpieza sea eficaz, se debe disponer de agua segura para el proceso de limpieza, agua segura se refiere a que este libre de contaminación, y que se encuentre dentro de un rango de dureza que no afecte la efectividad de los productos de limpieza.

La fuente de disponibilidad de agua de la planta de yogurt en estudio, proviene de pozos propios, el agua proveniente de estos pozos circula por un sistema de tuberías conectados a una planta de tratamiento de agua que incluye clorinación y eliminación de sales pesadas.

Figura 13. Diagrama de planta de tratamiento de agua en la procesadora de yogurt



Fuente: elaboración propia.

Es necesario rectificar periódicamente por medio de análisis de laboratorio la potabilidad y dureza del agua en uso para verificar en buen funcionamiento de la planta de tratamiento de agua, en el apéndice 2 se incluye el análisis del agua tanto de la potabilidad como de dureza el cuál confirma que el agua que se está utilizando en las instalaciones de la planta procesadora es adecuada pues se encuentra dentro de parámetros microbiológicos aceptables y con un valor de dureza manejable.

### 10.9. Validación de procedimientos de limpieza y desinfección eficaces

Para definir como eficaces los procesos de limpieza y desinfección empleados en cada área de proceso del yogurt se utilizaron métodos de análisis microbiológicos de producto terminado de yogurt e hisopados de superficies de la áreas limpiadas y desinfectadas (métodos detallados en apéndice 3) en cumplimiento con lo que establece el Reglamento Técnico Centroamericano de Criterios Microbiológicos RTCA 67.04.50:08 (apéndice no.4).

Tabla XV. Recuentos microbiológicos de *mohos* y *levaduras* en hisopados de superficie de puntos críticos dentro del proceso de yogurt

FECHA	HISOPADOS DE SUPERFICIE DE MOHOS Y LEVADURAS (Ufc/ml) EN AREAS DE PROCESO DE YOGURT											
	PASTEURIZACION		TANQUES DE FERMENTACION		TANQUES DE ENFRIAMIENTO		MODULOS DE MEZCLA		ENVASADORAS		MESAS DE TRABAJO	
	Mohos	Levaduras	Mohos	Levaduras	Mohos	Levaduras	Mohos	Levaduras	Mohos	Levaduras	Mohos	Levaduras
01/08/2012	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
02/08/2012	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
03/08/2012	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
04/08/2012	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
06/08/2012	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
07/08/2012	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
08/08/2012	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
09/08/2012	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
10/08/2012	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10

Fuente: elaboración propia.

Tabla XVI. Recuentos microbiológicos de *coliformes totales* y *E. coli* en hisopados de superficie puntos críticos dentro del proceso de yogurt

HISOPADOS DE SUPERFICIE DE COLIFORMES TOTALES Y E. COLI (Ufc/ml) EN AREAS DE PROCESO DE YOGURT												
FECHA	PASTEURIZACION		TANQUES DE		TANQUES DE		MODULOS DE MEZCLA		ENVASADORAS		MESAS DE TRABAJO	
	COLIFORMES TOTALES	E. COLI	COLIFORMES TOTALES	E. COLI	COLIFORMES TOTALES	E. COLI	COLIFORMES TOTALES	E. COLI	COLIFORMES TOTALES	E. COLI	COLIFORMES TOTALES	E. COLI
01/08/2012	<10	AUSENTE	<10	AUSENTE	<10	AUSENTE	<10	AUSENTE	<10	AUSENTE	<10	AUSENTE
02/08/2012	<10	AUSENTE	<10	AUSENTE	<10	AUSENTE	<10	AUSENTE	<10	AUSENTE	<10	AUSENTE
03/08/2012	<10	AUSENTE	<10	AUSENTE	<10	AUSENTE	<10	AUSENTE	<10	AUSENTE	<10	AUSENTE
04/08/2012	<10	AUSENTE	<10	AUSENTE	<10	AUSENTE	<10	AUSENTE	<10	AUSENTE	<10	AUSENTE
06/08/2012	<10	AUSENTE	<10	AUSENTE	<10	AUSENTE	<10	AUSENTE	<10	AUSENTE	<10	AUSENTE
07/08/2012	<10	AUSENTE	<10	AUSENTE	<10	AUSENTE	<10	AUSENTE	<10	AUSENTE	<10	AUSENTE
08/08/2012	<10	AUSENTE	<10	AUSENTE	<10	AUSENTE	<10	AUSENTE	<10	AUSENTE	<10	AUSENTE
09/08/2012	<10	AUSENTE	<10	AUSENTE	<10	AUSENTE	<10	AUSENTE	<10	AUSENTE	<10	AUSENTE
10/08/2012	<10	AUSENTE	<10	AUSENTE	<10	AUSENTE	<10	AUSENTE	<10	AUSENTE	<10	AUSENTE

Fuente: elaboración propia.

Los resultados de recuentos microbiológicos en los análisis de superficies señalan como adecuados los procesos de limpieza sugeridos en el diseño experimental de este estudio, pues los resultados cumplen los criterios microbiológicos RTCA 67.04.50:08.

## **11. IMPLEMENTACIÓN DE POES EN EL PROCESO DE YOGURT DE LA PLANTA EN ESTUDIO**

Definidos y validados los procesos de limpieza y desinfección adecuados para la planta procesadora de yogurt se procedió a realizar los POES que son fundamentales para garantizar el adecuado cumplimiento de los procedimientos de limpieza y desinfección.

La guía desarrollada para la conformación de las POES consta de procedimientos de limpieza y desinfección para cada una de las áreas; estos procedimientos incluyen los pasos que conforman el proceso de limpieza, los parámetros a cumplir en cada uno de los procesos, el responsable de realizar el procedimiento, los instrumentos a utilizar y la frecuencia con la que se debe ejecutar el procedimiento.

También se consideraron formatos de control efectivo de los procedimientos de limpieza y desinfección; estos formatos se sugieren para que el encargado de ejecutar el procedimiento de limpieza y desinfección registre los parámetros críticos del proceso de limpieza para que se pueda verificar el cumplimiento adecuado de los mismos.



Se incluyen programas de muestreo microbiológico; los mismos fueron establecidos en lineamiento del cumplimiento del Reglamento Técnico Centroamericano de Criterios Microbiológicos RTCA 67.04.50:08; el cuál, establece los recuentos microbiológicos permitidos para catalogar a un alimento apto para su consumo y distribución.

Por último se sugieren formatos de supervisión pre-operacionales para la verificación física de áreas de trabajo y líneas de producción previo a arrancar operación, lo que permite realizar acciones preventivas y no correctivas, evitando pérdidas materiales o daños al consumidor.

### 11.1. Procedimientos de limpieza y desinfección evaluados para la planta de yogurt en estudio





Los procedimientos descritos a continuación fueron establecidos a partir de varias pruebas prácticas a diferentes tiempos, temperaturas y concentraciones hasta alcanzar los resultados de limpieza y desinfección deseados al cumplir con los requerimientos microbiológicos que establece el Reglamento Técnico Centroamericano RTCA 67.04.50:08

Figura 14. Procedimiento de limpieza y desinfección área Almix

PROCEDIMIENTO DE LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN ÁREA ALMIX			Empresa: Industrias Lacteas, S.A.	
			Elaboración de Procedimiento: 03/09/2012	
PASOS	FRECUENCIA	PARAMETROS	RESPONSABLE	
 <p><b>Paso no. 1</b> Enjuague con agua para eliminar los residuos lácteos fáciles de remover</p>	Cada vez que se utilice el equipo	Tiempo: 10 minutos Temperatura: Ambiente	Operario de la máquina	
 <p><b>Paso no. 2</b> Circuito alcalino, recircular solución Divosan TC86, por el lapso de tiempo</p>	Cada vez que se utilice el equipo	Tiempo: 20 minutos Temperatura: 50°C Concentración: 1 %	Operario de la máquina	
 <p><b>Paso no. 3</b> Recirculación con agua para eliminar residuos de alcalino en el sistema</p>	Cada vez que se utilice el equipo	Tiempo: 10 minutos Temperatura: Ambiente	Operario de la máquina	
 <p><b>Paso no. 4</b> Circuito ácido, recircular solución de ácido nítrico por el lapso indicado</p>	Cada vez que se utilice el equipo	Tiempo: 30 minutos Temperatura: 65°C Concentración: 0.75-1.0%	Operario de la máquina	
 <p><b>Paso no. 5</b> Recirculación con agua para eliminar residuos de ácido en el sistema</p>	Cada vez que se utilice el equipo	Tiempo: 5 minutos Temperatura: Ambiente	Operario de la máquina	
FIN DE PROCEDIMIENTO		ELABORADO POR: KAREN VICTORIA LEGRAND MORALES REVISADO POR: INGENIERO FERNANDO MARTINEZ		

Fuente: elaboración propia.

Figura 15. **Procedimiento de limpieza y desinfección área de tanques de fermentación**

PROCEDIMIENTO DE LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN ÁREA TANQUES DE FERMENTACION		Empresa:		
		Industrias Lacteas, S.A.		
		Elaboración de Procedimiento: 03/09/2012		
	PASOS	FRECUENCIA	PARAMETROS	RESPONSABLE
	<b>Paso no. 1</b> Enjuague con agua para eliminar los residuos lácteos faciles de remover	Cada vez que se utilice el equipo	Tiempo: 5 minutos Temperatura: Ambiente	Operario de la máquina
	<b>Paso no. 2</b> Circuito alcalino, recircular solución de Divosan TC86, por el lapso de tiempo	Cada vez que se utilice el equipo	Tiempo: 20 minutos Temperatura: 50°C Concentración: 1 %	Operario de la máquina
	<b>Paso no. 3</b> Recirculación con agua para eliminar residuos de alcalino en el sistema	Cada vez que se utilice el equipo	Tiempo: 10 minutos Temperatura: Ambiente	Operario de la máquina
	<b>Paso no. 4</b> Circuito de desinfección, recircular solución de ácido peracético(Divosan	Cada vez que se utilice el equipo	Tiempo: 20 minutos Temperatura: Ambiente Concentración: 200 ppm	Operario de la máquina
FIN DE PROCEDIMIENTO		ELABORADO POR: KAREN VICTORIA LEGRAND MORALES REVISADO POR: ING. FERNANDO MARTINEZ		

Fuente: elaboración propia.








Figura 16. Procedimiento de limpieza y desinfección área módulos de mezcla

PROCEDIMIENTO DE LIMPIEZA Y DESINFECCION AREA MODULOS DE MEZCLA			Empresa: Industrias Lacteas, S.A.	
			Elaboración de Procedimiento: 03/09/2012	
PASOS	FRECUENCIA	PARAMETROS	RESPONSABLE	
 <p><b>Paso no. 1</b> Enjuague con agua para eliminar los residuos lácteos fáciles de remover</p>	Cada vez que se utilice el equipo	Tiempo: 5 minutos Temperatura: Ambiente	Operario de la máquina	
 <p><b>Paso no. 2</b> Lavado con jabón, espumante alcalino clorado(profoam) con ayuda de un cepillo adecuado a manera de remover los residuos orgánicos del tanque</p>	Cada vez que se utilice el equipo	Tiempo: 15 minutos Temperatura: Ambiente Concentración: 10%	Operario de la máquina	
 <p><b>Paso no. 3</b> Circuito alcalino: recircular solución de Divosan TC86, por el lapso de tiempo indicado</p>	Cada vez que se utilice el equipo	Tiempo: 20 minutos Temperatura: 50°C Concentración: 1 %	Operario de la máquina	
 <p><b>Paso no. 4</b> Recirculación con agua para eliminar residuos de alcalino en el sistema</p>	Cada vez que se utilice el equipo	Tiempo: 10 minutos Temperatura: Ambiente	Operario de la máquina	
 <p><b>Paso no. 5</b> Circuito de desinfección: recircular solución de ácido peracético(Divosan Forte) por el lapso indicado</p>	Cada vez que se utilice el equipo	Tiempo: 20 minutos Temperatura: Ambiente Concentración: 200 ppm	Operario de la máquina	
 <p><b>Paso no. 6</b> Rocío en superfié de tanque con solución desinfectante de ácido peracético (Divosan Forte)</p>	Cada vez que se utilice el equipo	Tiempo: 20 minutos Temperatura: Ambiente Concentración: 200 ppm	Operario de la máquina	
<b>FIN DE PROCEDIMIENTO</b>		Elaborado Por: Karen Victoria Legrand Morales Revisado Por: Ing. Fernando Martínez		






Fuente: elaboración propia.

Figura17. **Procedimiento de limpieza y desinfección área de pasteurización**

PROCEDIMIENTO DE LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN ÁREA PASTEURIZACIÓN		Empresa:		
		Industrias Lacteas, S.A.		
		Elaboración de Procedimiento: 03/09/2012		
PASOS	FRECUENCIA	PARAMETROS	RESPONSABLE	
 <p><b>Paso no. 1</b> Enjuague con agua para eliminar los residuos lácteos fáciles de remover</p>	Cada vez que se utilice el equipo	Tiempo: 10 minutos Temperatura: Ambiente	Operario de la máquina	
 <p><b>Paso no. 2</b> Circuito alcalino, recircular solución Divosan TC86, por el lapso de tiempo</p>	Cada vez que se utilice el equipo	Tiempo: 20 minutos Temperatura: 50°C Concentración: 1 %	Operario de la máquina	
 <p><b>Paso no. 3</b> Recirculación con agua para eliminar residuos de alcalino en el sistema</p>	Cada vez que se utilice el equipo	Tiempo: 10 minutos Temperatura: Ambiente	Operario de la máquina	
 <p><b>Paso no. 4</b> Circuito ácido, recircular solución de ácido nítrico por el lapso indicado</p>	Cada vez que se utilice el equipo	Tiempo: 30 minutos Temperatura: 65°C Concentración: 0.75-1.0%	Operario de la máquina	
 <p><b>Paso no. 5</b> Recirculación con agua para eliminar residuos de ácido en el sistema</p>	Cada vez que se utilice el equipo	Tiempo: 5 minutos Temperatura: Ambiente	Operario de la máquina	
FIN DE PROCEDIMIENTO		ELABORADO POR: KAREN VICTORIA LEGRAND MORALES REVISADO POR: INGENIERO FERNANDO MARTINEZ		

Fuente: elaboración propia.

Figura 18. **Procedimiento de limpieza y desinfección área de tanques de enfriamiento de yogurt**

PROCEDIMIENTO DE LIMPIEZA Y DESINFECCION AREA TANQUES DE ENFRIAMIENTO YOGURT		Empresa: Industrias Lacteas, S.A.		
		Elaboración de Procedimiento: 03/09/2012		
PASOS	FRECUENCIA	PARAMETROS	RESPONSABLE	
 <p><b>Paso no. 1</b> Enjuague con agua para eliminar los residuos lácteos fáciles de remover</p>	Cada vez que se utilice el equipo	Tiempo: 5 minutos Temperatura: Ambiente	Operario de la máquina	
 <p><b>Paso no. 2</b> Lavado con jabón, espumante alcalino clorado(profoam) con ayuda de un cepillo adecuado a manera de remover los residuos orgánicos del tanque</p>	Cada vez que se utilice el equipo	Tiempo: 15 minutos Temperatura: Ambiente Concentración: 10%	Operario de la máquina	
 <p><b>Paso no. 3</b> Circuito alcalino: recircular solución de Divosan TC86, por el lapso de tiempo indicado</p>	Cada vez que se utilice el equipo	Tiempo: 20 minutos Temperatura: 50°C Concentración: 1 %	Operario de la máquina	
 <p><b>Paso no. 4</b> Recirculación con agua para eliminar residuos de alcalino en el sistema</p>	Cada vez que se utilice el equipo	Tiempo: 10 minutos Temperatura: Ambiente	Operario de la máquina	
 <p><b>Paso no. 5</b> Circuito de desinfección: recircular solución de ácido peracético(Divosan Forte) por el lapso indicado</p>	Cada vez que se utilice el equipo	Tiempo: 20 minutos Temperatura: Ambiente Concentración: 200 ppm	Operario de la máquina	
 <p><b>Paso no. 6</b> Rocío en superfie de tanque con solución desinfectante de ácido peracético (Divosan Forte)</p>	Cada vez que se utilice el equipo	Tiempo: 20 minutos Temperatura: Ambiente Concentración: 200 ppm	Operario de la máquina	
<b>FIN DE PROCEDIMIENTO</b>		Elaborado Por: Karen Victoria Legrand Morales Revisado Por: Ing. Fernando Martínez		




Fuente: elaboración propia.

Figura 19. **Procedimiento de limpieza y desinfección área envasadoras de yogurt Primos**

PROCEDIMIENTO DE LIMPIEZA Y DESINFECCION AREA ENVASADORAS DE YOGURT PRIMOS			Empresa: Industrias Lacteas, S.A.	
			Elaboración de Procedimiento: 03/09/2012	
PASOS	FRECUENCIA	PARAMETROS	RESPONSABLE	
 <p><b>Paso no. 1</b> Enjuague con agua para eliminar los residuos lácteos fáciles de remover</p>	Cada vez que se utilice el equipo	Tiempo: 5 minutos Temperatura: Ambiente	Operario de la máquina	
 <p><b>Paso no. 2</b> Desarmar cada una de las piezas para su adecuada limpieza</p>	Cada vez que se requiera limpiar el equipo		Operario de la máquina	
 <p><b>Paso no. 3</b> Lavado manual con esponja de cada una de las piezas con jabón alcalino clorado espumante(Profoam)</p>	Cada vez que se requiera limpiar el equipo	Tiempo: 25 minutos Temperatura: Ambiente Concentración: 10%	Operario de la máquina	
 <p><b>Paso no. 4</b> Circuito ácido/desinfectante: Sumergir piezas en solución de ácido peracético(Divosan Forte)</p>	Cada vez que se requiera limpiar el equipo	Tiempo: 20 minutos Temperatura: Ambiente Concentración: 200 ppm	Operario de la máquina	
 <p><b>Paso no. 5</b> Armar el equipo, colocando cada pieza donde corresponda</p>	Cada vez que se utilice el equipo			
 <p><b>Paso no. 6</b> Roció en superficie de tanque con solución desinfectante de ácido peracético (Divosan Forte)</p>	Cada vez que se utilice el equipo	Tiempo: 20 minutos Temperatura: Ambiente Concentración: 200 ppm	Operario de la máquina	
<b>FIN DE PROCEDIMIENTO</b>		Elaborado Por: Karen Victoria Legrand Morales Revisado Por: Ing. Fernando Martínez		





Fuente: elaboración propia.

Figura 20. **Procedimiento de limpieza y desinfección para mesas de trabajo**

PROCEDIMIENTO DE LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN PARA MESAS DE TRABAJO			Empresa: Industrias Lacteas, S.A.	
			Elaboración de Procedimiento: 03/09/2012	
PASOS	FRECUENCIA	PARAMETROS	RESPONSABLE	
 <p><b>Paso no. 1</b> Lavar manualmente con jabón líquido alcalino clorado(Profoam)</p>	Cada vez que se utilice el equipo	Tiempo: 15 minutos Temperatura: Ambiente Concentración: 5%	Operario encargado del área	
 <p><b>Paso no. 2</b> Desaguar con abundante agua hasta eliminar rastros de jabón líquido</p>	Cada vez que se utilice el equipo	Tiempo: 5 minutos Temperatura: Ambiente	Operario encargado del área	
 <p><b>Paso no. 3</b> Preparar una solución de cloro y lavar con la misma la mesa de trabajo</p>	Cada vez que se utilice el equipo	Tiempo: 15 minutos Temperatura: Ambiente Concentración: 150 ppm	Operario encargado del área	
FIN DE PROCEDIMIENTO		ELABORADO POR: KAREN VICTORIA LEGRAND MORALES REVISADO POR: INGENIERO FERNANDO MARTINEZ		

Fuente: elaboración propia.

Figura 21. **Procedimiento de limpieza y desinfección para techos de área de producción**


PROCEDIMIENTO DE LIMPIEZA Y DESINFECCION PARA TECHOS DE AREA DE PRODUCCION Y BODEGAS SECAS		Empresa: Industrias Lacteas, S.A.		
		Elaboración de Procedimiento: 03/09/2012		
	PASOS	FRECUENCIA	PARAMETROS	RESPONSABLE
	<b>Paso no. 1</b> Cubrir el equipo o material que se encuentra dentro del área a limpiar	De acuerdo a la programación anual		Personal de mantenimiento
	<b>Paso no. 2</b> Lavar manualmente con jabón líquido neutro desengrasante()	De acuerdo a la programación anual	Concentración: 10% Temperatura: Ambiente	Personal de mantenimiento
	<b>Paso no. 3</b> Desaguar con abundante agua hasta eliminar rastros de jabón líquido	De acuerdo a la programación anual	Temperatura: Ambiente	Personal de mantenimiento
	<b>Paso no. 4</b> Secar con toallas whypall	De acuerdo a la programación		Personal de mantenimiento
FIN DE PROCEDIMIENTO		ELABORADO POR: KAREN VICTORIA LEGRAND MORALES REVISADO POR: INGENIERO FERNANDO MARTINEZ		

Fuente: elaboración propia.

## 11.2 Formatos de control de limpieza y desinfección


Para que un programa de limpieza y desinfección sea eficaz se debe monitorear el cumplimiento adecuado de los procedimientos establecidos de limpieza y desinfección por medio de formatos de control que detallen las variables críticas de los circuitos de limpieza que sean medibles y puedan ser verificadas por un encargado de línea y auditadas por un supervisor.

Figura.22. Formato de control de circuito de limpieza área de pasteurización

 <b>INDUSTRIAS LACTEAS, S.A</b> DEPARTAMENTO DE CONTROL DE CALIDAD		MES, AÑO _____ SEMANA DEL _____ AL _____					
<b>FORMATO DE CONTROL DE PARÁMETROS DE LIMPIEZA</b> <b>ÁREA: PASTEURIZACIÓN</b>							
<b>Máquina: Pasteurizador CHESTER</b> Operario Responsable: _____ Supervisor Encargado: _____ Firma: _____ Firma: _____							
	<b>PARÁMETRO</b>	<b>Lun</b>	<b>Mar</b>	<b>Mie</b>	<b>Jue</b>	<b>Vie</b>	<b>Sab</b>
<b>Temperatura (°C)</b>	Soda Cáustica(70-80°C)						
	Agua Enjuague intermedio						
	Ácido Nítrico(65-70°C)						
	Agua enjuague final(Ambiente)						
<b>Tiempo (min)</b>	Inicio Recirculación con Soda						
	Fin Recirculación Soda(30 min)						
	Inicio Enjuague Intermedio						
	Fin Enjuague intermedio(10 min)						
	Inicio Recirculación con Acido						
	Fin Recirculación Acido(30 min)						
	Inicio Enjuague Final						
	Fin Enjuague Final (10 min)						
<b>Concentración (%)</b>	Soda Cáustica(1.5-2%)						
	Ácido Nítrico(0.75%-1.25)						
	Super Dilac(0.5%)						
En incumplimiento de los parámetros de tiempo y temperatura se deberá repetir el circuito de limpieza, la concentración se verifica en el momento por lo que se puede corregir inmediatamente de ser necesario							
Observaciones / Acciones Correctivas:							
Vo.Bo. Jefe Control de Calidad							

Fuente: elaboración propia.


Figura 23. **Formato de control de circuitos de limpieza en áreas de módulos, tanques de enfriamiento, y tanques de fermentación**

 Industrias Lacteas, S.A.		FORMATO DE CONTROL CIRCUITOS DE LIMPIEZA						
MAQUINA:		MES, AÑO						
Operario Responsable:		SEMANA DEL						
PARAMETRO	PASOS	LUN	MAR	MIER	JUE	VIE	SA	
Temperatura(°C)	Divosan TC-86 (50°C)							
	Agua Enjuague Intermedio (ambiente)							
	Divosan Forte (ambiente)							
Tiempo(min)	Inicio Recirculación Alcalina							
	Fin Recirculación Alcalina (20 min.)							
	Inicio Enjuague Intermedio							
	Fin Enjuague Intermedio (10 min.)							
	Inicio Recirculación Acido							
	Fin Recirculación Acido (20 min.)							
Concentración	Alcalino(Divosan TC86) 1%							
	Acido Desinfectante(Divosan Forte) 200 ppm							
	Acido Nitrico ( 0.5%)							
MAQUINA:		MES, AÑO						
Operario Responsable:		SEMANA DEL						
PARAMETRO	PASOS	LUN	MAR	MIER	JUE	VIE	SA	
Temperatura(°C)	Divosan TC-86 (50°C)							
	Agua Enjuague Intermedio (ambiente)							
	Divosan Forte (ambiente)							
Tiempo(min)	Inicio Recirculación Alcalina							
	Fin Recirculación Alcalina (20 min.)							
	Inicio Enjuague Intermedio							
	Fin Enjuague Intermedio (10 min.)							
	Inicio Recirculación Acido							
	Fin Recirculación Acido (20 min.)							
Concentración	Alcalino(Divosan TC86) 1%							
	Acido Desinfectante(Divosan Forte) 200 ppm							
	Acido Nitrico ( 0.5%)							
En incumplimiento de los parámetros de tiempo y temperatura se deberá repetir el circuito de limpieza, la concentración se debe corregir al momento de la medición e iniciar el circuito a partir de la corrección.								
Observaciones / Acciones Correctivas:								
Vo.Bo. Jefe Control de Calidad								

Fuente: elaboración propia.



Figura 24. Control de potabilidad del agua

					
INDUSTRIAS LACTEAS, S.A					
DEPARTAMENTO DE CONTROL DE CALIDAD			MES _____		
			DEL _____ AL _____		
<b>CONTROL DE CLORO Y pH EN AGUA</b>					
FECHA	HORA	AREA	CL (PPM)	PH	ANALIZO
NOTA: Los rangos aceptados de Cloro en agua son de 0.5 a 1.5 ppm					
Las lecturas aceptadas en pH en agua son de 6.5 a 7.5					
Acción correctiva: La lectura del valor de cloro en el agua debe realizarse previo a iniciar operación, si el rango está debajo de lo aceptable debe revisarse la bomba de clorinación y no empezar operación hasta que el agua de proceso este clorada.					
<b>OBSERVACIONES</b>					
<i>FIRMA JEFE CONTROL DE CALIDAD</i>					

Fuente: elaboración propia.

Figura 25. **Formato de control limpieza de techos y paredes**

FORMATO DE CONTROL MANTENIMIENTO PREVENTIVO						
EQUIPO/AREA	(Ver diagrama de descripción de áreas)					
MANTENIMIENTO OPERACIÓN	Limpieza y revisión de techos, y lámparas					
PERIODICIDAD	Remitirse a calendarización anual					
FECHA DE CHEQUEO	Día de la semana dentro de la programación anual					
RESULTADOS	Descripción de lo encontrado y de lo que se haya limpiado y reparado					
COMENTARIOS	Comentarios especiales de mantenimiento, se hará énfasis en protectores de lámparas, presencia de mohos y levaduras					
MECANICO RESPONSABLE						
PROXIMO MANTENIMIENTO	Según programación anual					
JEFE DE MANTENIMIENTO	FIRMA Y FECHA					

Fuente: elaboración propia.

Figura 26. Diagrama con descripción de las áreas a incluir en el programa de limpieza de techos, lámparas y paredes

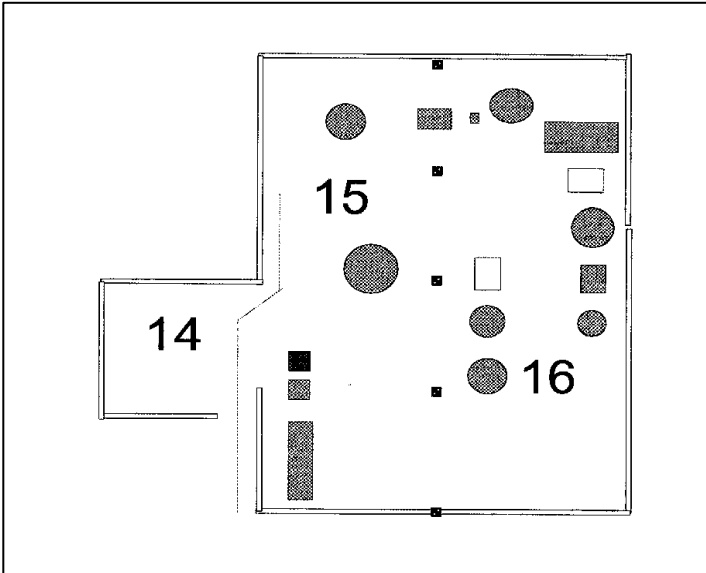
**PRIMER NIVEL**



- 1) Entrada a planta, pediluvios y lavado de manos, 2) Pasteurización, 3) Control de Calidad, 4) Cuarto frío de producción, 5) Cuarto frío de bodegas, 6) Área de fermentación, 7) Enfriado de yogurt y envasado, 8) Cuarto frío producción, 9) Cuarto frío producción, 10) Cuarto frío producción, 11) Lavado de canastas, 12) Bodega seca, 13) Pre-bodega

Fuente: Industrias lácteas, S.A. Manual de procesos. p. 11

**SEGUNDO NIVEL**



14) Área manejo de químicos, 15) Planta de tratamiento de agua, 16) Área mezclas crudas.

Fuente: Industrias lácteas, S.A. Manual de procesos. p. 12.

### **11.3. Programas de muestreo microbiológico de acuerdo a los lineamientos que establece el Reglamento Técnico Centroamericano de Criterios Microbiológicos RTCA 67.04.50:08**

El Ministerio de Salud establece que para que un alimento sea apto para su consumo y comercialización debe cumplir con los parámetros microbiológicos que establece el Reglamento Técnico Centroamericano RTCA 67.04.50:08.

Para la verificación del mismo, el Ministerio de Salud cuenta con un plan de vigilancia que consiste en el muestreo del producto lácteo en este caso en particular, tanto en puntos de venta como en las instalaciones de la planta de producción para realizar los respectivos análisis microbiológicos y corroborar el cumplimiento a la Norma Centroamericana, de no cumplir, el producto es suspendido para su comercialización hasta que la no conformidad esté corregida, por ello, es indispensable que dentro de la fábrica se lleve un control microbiológico que constate la inocuidad del producto elaborado.











Figura 31. **Check List** preoperacional

<b>FICHA DE CONTROL DE VERIFICACION DE LIMPIEZA PREOPERACIONAL</b>			
	Fecha de Revisión		
Área revisada			
Hora de revisión			
<b>CHECK</b>			
<b>AREA DE TRABAJO</b>	<b>si</b>	<b>no</b>	<b>Acción correctiva</b>
Superficies limpias			
Area libre de material no necesario			
Sin residuos de jabón ó desinfectante			
<b>PERSONAL DEL AREA DE TRABAJO</b>			
Con uniforme completo y limpio			
Sin evidencia de maquillaje/joyas o perfume			
Cobertor de cabello debidamente colocado			
Cubreboca debidamente colocado			
<b>COMENTARIOS ADICIONALES</b>			
Supervisor que realizó la revisión			
Área revisada			
Hora de revisión			
<b>CHECK</b>			
<b>AREA DE TRABAJO</b>	<b>si</b>	<b>no</b>	<b>Acción correctiva</b>
Superficies limpias			
Area libre de material no necesario			
Sin residuos de jabón ó desinfectante			
<b>PERSONAL DEL AREA DE TRABAJO</b>			
Con uniforme completo y limpio			
Sin evidencia de maquillaje/joyas o perfume			
Cobertor de cabello debidamente colocado			
Cubreboca debidamente colocado			
<b>COMENTARIOS ADICIONALES</b>			
Supervisor que realizó la revisión			

Fuente: elaboración propia.

## CONCLUSIONES

1. Los agentes limpiadores y desinfectantes a utilizar dependen del tipo de residuo que se desea eliminar y el tipo de microorganismo que se desea combatir.
2. Si el caudal de flujo del sistema de limpieza CIP no alcanza una velocidad de flujo mayor o igual a 1.5 m/s no se logra un caudal turbulento y por lo tanto la limpieza no es eficiente.
3. Cuando en la línea de operación existen soldaduras, rajaduras o algún punto que se considere difícil de limpiar en un circuito de limpieza automático CIP, es necesario desarmar el equipo para un restregado mecánico manual, ya que de lo contrario se consideran existentes puntos muertos donde se acumula suciedad que causa contaminación ambiental y del equipo y por lo tanto del producto.
4. En todo proceso productivo se debe disponer de agua potable y verificar la potabilidad de la misma, tanto para la elaboración del producto como para la limpieza y desinfección de la planta procesadora, por medio de análisis microbiológicos de un laboratorio certificado que garantice la confiabilidad de los resultados.
5. Cuando la disponibilidad del agua para la limpieza y desinfección del equipo que conforma la planta operativa se cataloga como agua dura por su alto contenido de minerales particularmente sales de magnesio y calcio es necesario seleccionar químicos que contengan ablandadores para que

el agua dura no reduzca la eficacia de los agentes limpiadores, ya que de lo contrario existe el riesgo de que el jabón precipite con los cationes de Ca, Mg o Fe produciendo un jabón insoluble o que los minerales del agua ocasionen incrustaciones en los equipos.

6. El incumplimiento de alguno de los 4 parámetros a controlar en un sistema de limpieza y desinfección, tiempo, temperatura, caudal y concentración de químico representa una falla en el procedimiento y por lo tanto el riesgo de contaminación del producto que se manufacture.
7. La implementación de un programa de limpieza y desinfección no es eficaz sin la asistencia de los procedimientos operativos de saneamiento POES, que garantizan que la limpieza se aplicará en el momento adecuado, y en la forma correcta.
8. Es necesario que previo a la implementación de prácticas adecuadas de saneamiento y desinfección la planta procesadora de alimentos cuente con Buenas Prácticas de Manufactura que involucren el control de plagas, instalaciones apropiadas para la limpieza y desinfección, aseo y salud del personal en contacto con la preparación de los alimentos, de tal manera que se elimina el riesgo de contaminaciones del producto por un agente que no es un mal procedimiento de limpieza y desinfección.
9. Los sistemas de limpieza y desinfección propuestos son eficaces pues cumplen con los lineamientos que establece RTCA 67.04.50:08, ya que las pruebas microbiológicas de *mohos*, *levaduras*, *coliformes totales* y *E. coli* tanto en el producto terminado como en el agua y área de proceso no presentan recuentos mayores a lo que establece la norma.

## RECOMENDACIONES

1. Instalar un sistema de CIP central que contenga un tanque de solución alcalina, un tanque de solución ácida, y un tanque de agua que alimente todos los equipos a limpiar de tal manera que sea más sencillo y preciso el control de concentración de cada agente de limpieza.
2. Para reducir costos operativos en la limpieza y desinfección de equipo se sugiere instalar tanques de recuperación de químicos de limpieza.
3. Crear un comité formado por personal del Departamento de Control de Calidad debidamente capacitado, que tenga como función específica monitorear el cumplimiento de las Buenas Prácticas de Manufactura y la adecuada aplicación de POES dentro de la planta de producción.
4. Realizar una planificación anual de capacitaciones que contenga al menos 3 charlas relacionadas al cumplimiento de Buenas Prácticas de Manufactura y POES dentro de una planta procesadora de lácteos.
5. Se propone crear una división específica con personal entrenado dentro del Departamento de Control de Calidad para la labor de microbiología, de tal manera que se asegure la adecuada ejecución de los análisis microbiológicos.
6. Elaborar muestreos mensuales de hisopados de superficie, producto terminado y ambientales en un laboratorio certificado externo, para verificar los resultados de análisis internos.

7. Implementar un muestreo preoperativo de bioluminiscencia ATP que permite tener un resultado inmediato cualitativo de presencia microbiana da la oportunidad de realizar acciones correctivas previo a iniciar operación de proceso.

## BIBLIOGRAFÍA

1. ANZUETO, C. *Las Buenas Prácticas de Manufactura y el sistema HACCP: combinación efectiva de la competitividad en la industria de alimentos*. México: Tecnológica de Costa Rica, 1998. 25 p.
2. BADUAI DARGAL, Salvador. *Química de los alimentos*. México: Pearson Educación, 2003. 154 p.
3. CITA. *Operaciones estándar de limpieza y desinfección II parte*. Costa Rica: CITA, 2010. 192 p.
4. \_\_\_\_\_. *Programas de soporte en el sistema HACCP I*. Costa Rica: CITA, 2010. 37 p.
5. Codex Alimentarius. *Código Internacional de Prácticas Principios Generales de Higiene de los Alimentos*. [en línea]. [ftp://ftp.fao.org/codex/standard/es/CXP\\_011s.pdf](ftp://ftp.fao.org/codex/standard/es/CXP_011s.pdf). [Consulta: 10 de mayo de 2012].
6. COGUANOR. *Norma Coguanor NGO 34 -192 de limpieza y sanitización en plantas lácteas*. Guatemala: COGUANOR, 2010. 410 p.
7. GONZÁLEZ, Erick. *Metodología para realizar estudios de evidencia microbiológica en plantas procesadoras de alimentos*. Costa Rica: Agronomía mesoamericana, 2008. 137 p.

8. *Manual de higiene y desinfección en la industria de alimentos.* [en línea]. [http://www.mercanet,cnp.go.cr./desarrollo](http://www.mercanet.cnp.go.cr/desarrollo). [Consulta: 24 de febrero de 2012].
9. MENDOZA, J.D. *Manual Técnico de Limpieza en sitio -CIP-.* España: GEA, 1993. 86 p.
10. RTCA *Reglamento Técnico Centroamericano para industria de alimentos y bebidas procesadas: Buenas Prácticas de Manufactura* RTCA 67.01.33:06. Costa Rica: RTCA, 2010. 315 p.
11. Tetra Pak. *Manual de industrias lácteas.* España: Hispania S.A., 2003. 455 p.



## APÉNDICES

### APÉNDICE 1. Formulas para determinación de concentraciones de químicos de limpieza por método de titulación

- Concentración de Soda Caústica (NaOH) =  $X/12.5$

Donde:

X= volumen(ml) de HCL(0.1N) utilizado para titular 5 ml. de solución de NaOH.  
Se utiliza como indicador Fenolftaleína.

- Concentración de ácido nítrico(HNO<sub>3</sub>) =  $Z/15.9$

Donde:

Z= Volumen(ml) de NaOH(0.1N) requerido para titular 10 ml. de solución de HNO<sub>3</sub>. Se utiliza como indicador Fenolftaleína.

- Concentración de Divosan TC-86(Alcalinidad)

%v/v Divosan TC86 =  $Y(0.0435)$

Donde:

Y= no. de gotas de Ácido Clorhídrico(HCL 0.5N) utilizadas para titular una solución de 10 ml. de TC86 con 2 a 3 g. de Tiosulfato de Sodio granular agregados e indicador azul de bromofenol 0.5%

- Concentración de Divosan OSA N(ácido peracético)

%v/v Divosan OSA N=  $A( 0.0465)$

Donde

A= no. de gotas de Hidróxido de Sodio (0.5N) utilizados para titular una muestra de 10 ml. de Divosan OSA N

## APÉNDICE 2. Control de dureza y potabilidad del agua



INLASA, S.A.  
29 calle 19-11 Zona 12  
Teléfonos: 24761795, 24760337 Fax: 24769349  
E-Mail: [servicioalcliente@inlasa.com](mailto:servicioalcliente@inlasa.com)  
[www.inlasa.com](http://www.inlasa.com)

### INFORME DE RESULTADOS

Número:  
**3-2012**  
Hoja 1 de 1

Cliente: (0212) Industrias Lacteas, S.A.  
Dirección: Km.13 Carretera al pacifico, aldea Villa Lobos

Fecha de ingreso: 13/Abr/2012  
Hora de ingreso: 15:51  
Orden de Ingreso: 2012001067  
Responsable de muestreo:

Fecha de Emisión: 17/04/2012  
Hora de Emisión: 09:15

Muestra: (58968) agua area de proceso  
Descripción:

ANÁLISIS	RESULTADO	LIMITE DE DETECCIÓN	METODOLOGIA	FECHA DE ANÁLISIS
Dureza	133.33 mg/L	N/A mg/L	Standar Methods 21th Edition 2005	16/04/2012

Observaciones:

Última Línea \*\*

Estos resultados corresponden únicamente a las muestras recibidas por el personal del Laboratorio.  
Se prohíbe la reproducción total o parcial de éste informe sin la autorización del Director Técnico.

Lic. Raúl Panigaglia  
Químico Biólogo, Colegiado 1347  
Director Técnico INLASA, S.A.

Supervisado por:

**INFORME 5122**

Dirigido a: Ing. Karen Legrand  
Institución: Industrias Lácteas, S, A  
Captación: Cisterna  
Tipo de muestra: Agua de Cisterna  
Envase: Bolsa Plástica Estéril  
Cantidad: 600 ml

No. de muestras: 1 (una)  
Captadas por: Personal de ANALISA  
Fecha toma de muestra: 08/03/2012  
Fecha ingreso al laboratorio: 08/03/2012  
Inicio de análisis: 08/03/2012

**Análisis solicitados**

Fisicoquímico agua potable según norma COGUANOR 29001.

**RESULTADOS FISICOQUIMICOS**

Parámetro	Unidades	LMA	LMP	Resultado
Color aparente	unidades Pt-Co	5.000	35.000	5.00
Hierro total	mg/l	0.100	1.000	0.01
Nitrato	mg/l	-	10	1.30
Nitrato	mg/l	-	1.0	0.010
Turbidez	UNT	5.000	15.000	0.71
Cloruro	mg/l	100.000	250.000	10.30
Dureza total	mg/l CaCO <sub>3</sub>	100.000	500.000	62.00
Conductividad	µS/cm	100	750	181.00
Calcio	mg/l	75.000	150.000	20.04
Magnesio	mg/l	50.000	100.000	2.90
Manganeso total	mg/l	0.050	0.500	0.037
pH	unidades pH	7.0-7.5	6.5-8.5	7.24
Temperatura	°C	15.0-25.0	34.0	-
Olor	-	no rechazable	no rechazable	No rechazable
Sólidos totales disueltos	mg/l	500.000	1000.0	125.69
Cloro residual	mg/l	1.500	1.500	0.01

mg/l (ppm): miligramos por litro (partes por millón)

UNT: unidades nefelométricas de turbidez

LMA: límite máximo admisible norma Coganor agua potable 29001

LMP: límite máximo permisible, norma Coganor agua potable 29001


**OBSERVACIONES:**

- Los límites aceptables y permisibles corresponden a la Norma COGUANOR para agua potable NGO 29001 (Ac. Gubernamental No. 986-1999) publicada en el Diario de Centro América el 4 de febrero de 2000. Los parámetros analizados corresponden a los establecidos en el numeral E2, inciso 5.4 de dicha norma.
- Método: Standard methods for the examination of water and wastewater 20th Edition 1998.
- Estos informes pertenecen única y exclusivamente a la muestra descrita, tal y como fue recibida en el laboratorio. Prohibida la parcial o total reproducción, sin la autorización escrita por parte de ANALISA
- Los resultados satisfacen los criterios fisicoquímicos establecidos por la Norma Coganor 29001 para agua potable.

**FECHA DE FINALIZACIÓN**

12 de Marzo del 2012

Analista: MC

  
Licda. Victoria García  
Químico Biólogo  
Colegiado. 3.135

  
Análisis y Servicios Industriales, S.A.  
LABORATORIO DE REFERENCIA



REPUBLICA DE GUATEMALA  
CENTRO AMERICA

**LABORATORIO NACIONAL DE SALUD "LNS"**  
DIRECCION DE REGULACION, VIGILANCIA Y CONTROL DE LA SALUD



Ministerio de Salud Pública  
y Asistencia Social

**Informe de Análisis**  
**Muestra(s) Particular(es)**

UGCF096  
Rev.1 (1 de 1)

Página 1 de 1

No. del LNS:	AP12-0208	Remitente:	ING. GLADYS ARREOLA/ INGA.
Nombre del Producto:	AGUA DE PROCESO		KAREN LEGRAND
Tipo de Muestra:	AGUA	Procedencia:	DRCA/ INDUSTRIAS LACTEAS, S.A.
Condición de la Muestra:	APROPIADA	Marca:	-----
Nombre del Fabricante:	-----	Tipo de Recipiente:	VIDRIO
Dirección del Fabricante:	-----	Lote:	-----
Nombre del Distribuidor:	-----	Fecha de Vencimiento:	-----
Dirección del Distribuidor:	-----	Fecha de Ingreso:	19/03/2012
		Fecha de Egreso:	02/04/2012

**Resultado de Análisis**

COLIFORMES TOTALES < 1 NMP/100mL \*

ESCHERICHIA COLI < 1 NMP/100mL \*

Area Microbiología de Alimentos

  
Licda. Levis Barrios de Amvilaga  
Supervisora

**Método:**

\* AOAC 17 ed. Método Oficial 991.15 Cap. 17.3.06 p 25. Coliformes Totales y *Escherichia coli* en agua. Tecnología de Substrato Definido (Colilert)

**NMP: Número Más Probable**  
**ml: mililitro**

Los resultados encontrados se refieren a la(s) muestra(s) tal como fue(ron) entregado(s) y no necesariamente al lote entero del cual fue(ron) tomada(s).

**OBSERVACIONES:**

SEGUN NORMA COGUANOR NGO 29001 "ESPECIFICACIONES PARA AGUA POTABLE", EL RECUENTO DE COLIFORMES TOTALES Y *ESCHERICHIA COLI* DEBE SER MENOR DE 1.1 NMP/100ml

Analista/Supervisor	Código Laboratorio
WP/LD	MIALR-MP02-11/180

LAR


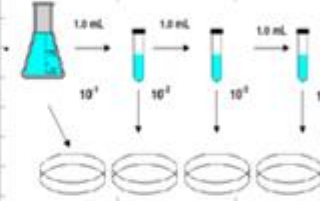
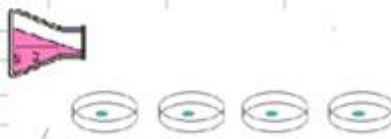

**ÚLTIMA LÍNEA**

Prohibida la reproducción total o parcial de éste documento sin previa autorización del Laboratorio Nacional de Salud.

KM. 22 CARRETERA AL PACÍFICO, BÁRCENA, VILLA NUEVA, GUATEMALA, C. A.  
PBX: 6644-0599 FAX: 6630-6011  
E-mail: laboratorio\_nacional\_desalud@yahoo.com

### APÉNDICE 3. METODOLOGÍA PARA ANALISIS MICROBIOLÓGICOS DE COLIFORMES TOTALES, E. COLI, MOHOS Y LEVADURAS

#### Metodología para recuento de coliformes totales en producto terminado con Agar Violeta

<b>1. Preparar la muestra leche, yogurt y/o queso:</b>	
Si el producto es sólido pesar 10 grs y diluir en 90 ml. de agua destilada. Si es líquido medir 10 ml. y diluir en 90 ml. de agua	
<b>2. Preparar Diluciones</b>	
Realizar diluciones decimales empleando tubos de ensayo con 9 ml. de agua destilada cada uno, y depositar 1 ml. de cada solución en cajas Petri por duplicado	
<b>3. Adición de Medio de Cultivo</b>	
Agregar de 15 a 20 ml. de medio agar a 45 °C en cada caja Petri ya preparada con la muestra y homogenizar la muestra con agar haciendo movimientos rotatorios	
<b>4. Incubar la muestra</b>	
Incubar las cajas en posición invertida durante 24 hrs. A 37°C y contar el crecimiento de colonias	

Fuente: elaboración propia.

## PLACAS PETRIFILM PARA MOHOS Y LEVADURAS

### FORMA DE USO:

#### Almacenamiento



- 1 Refrigerar las bolsas cerradas. Usar antes de la fecha de caducidad impresa en la bolsa.



- 2 Para cerrar las bolsas, doblar los extremos y cerrarlos con celo.



- 3 Mantener las bolsas cerradas de nuevo a  $-21\text{ }^{\circ}\text{C}$ , a  $<50\%$  HR. No refrigerar las bolsas abiertas. Usar las placas Petrifilm en 1 mes desde su apertura.

#### Preparación



- 4 Preparar una dilución del producto alimenticio a 1:10 o superior. Pesar o pipetear la muestra en una bolsa Whirlipac, bolsa Stomacher, botella de dilución, o cualquier otro contenedor estéril apropiado.

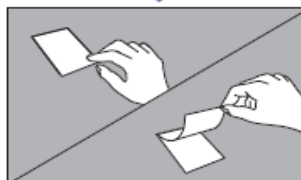


- 5 Añadir una cantidad adecuada de diluyente. Pueden ser los métodos standard de tampón fosfato, agua peptonada al 0,1 %, triptona sal, agua destilada, solución salina fosfato tamponada o tampón de Butterfield. No utilizar tampones que contengan citrato de sodio o tiosulfato.

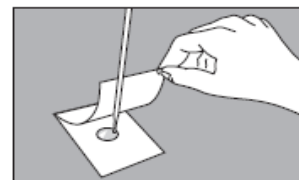


- 6 Mezclar u homogeneizar la muestra mediante los métodos usuales. Si se requiere una sensibilidad mayor con productos lácteos o zumos consultar el folleto para Petrifilm en productos lácteos y zumos.

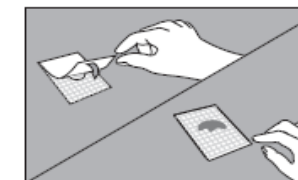
#### Inoculación



- 7 Colocar la placa Petrifilm en una superficie plana. Levantar el film superior.



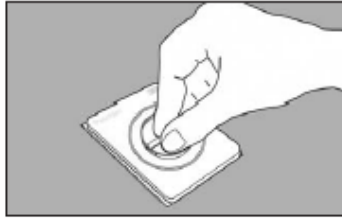
- 8 Con una pipeta perpendicular a la placa Petrifilm colocar 1 ml. de muestra en el centro del film inferior.



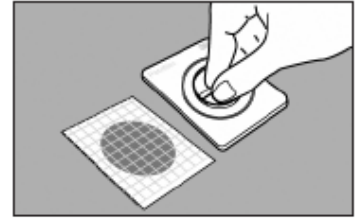
- 9 Dejar caer el film superior con cuidado evitando introducir burbujas de aire.



**10** Sujetando el aplicador por la barra soporte, colocar el aplicador para Petrifilm levaduras y mohos sobre la placa Petrifilm.

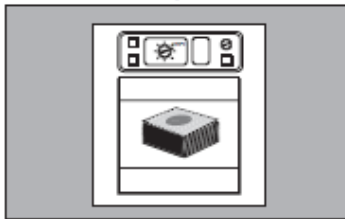


**11** Ejercer una presión sobre el aplicador para repartir el inóculo sobre el área circular. No girar ni deslizar el aplicador.



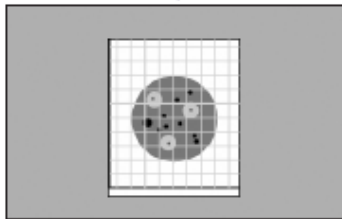
**12** Levantar el aplicador. Esperar un minuto a que solidifique el gel.

### Incubación



**13** Incubar las placas Petrifilm cara arriba en pilas de hasta 20 placas a temperatura de  $25^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$  durante 3-5 días.

### Interpretación



**14** Leer las placas Petrifilm en un contador de colonias standard tipo Quebec o una fuente de luz con aumento. Para leer los resultados consultar la Guía de Interpretación.

Fuente: Guía de uso 3M.

## **INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS DE HONGOS Y LEVADURAS DE ACUERDO A LA METODOLOGÍA PETRIFILM 3M EMPLEADA**

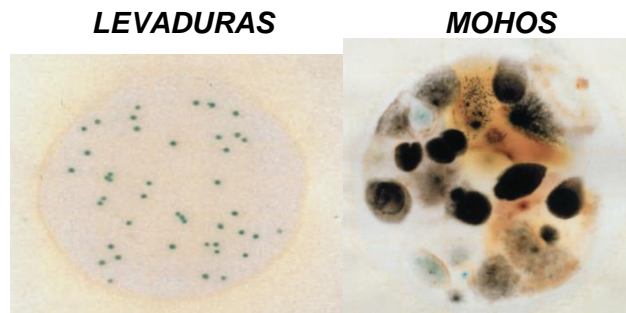
Para diferenciar las colonias de *levaduras* y *mohos* en las placas Petrifilm se debe buscar una o más de las siguientes características típicas:

### **LEVADURAS**

- Colonias pequeñas
- Las colonias tienen bordes definidos
- De color rosa-tostado a azul-verdoso
- Las colonias pueden aparecer alzadas ("3D")
- Generalmente no tienen un foco (centro negro) en el centro de la colonia

### **MOHOS**

- Colonias grandes
- Las colonias tienen bordes difusos
- Color variable (los mohos pueden producir sus propios pigmentos)
- Las colonias son planas
- Generalmente con un foco en el centro de la colonia



Fuente: Guía de interpretación 3M.